das elektron

ELEKTRO- UND RADIOTECHNISCHE MONATSHEFTE

Eigentümer, Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Ing. H. Kirnbauer, Urfahr, Reindlstraße 10, Redaktion Linz, Landstraße 9, Tel. 21450, 38166 — Verleger, Generalvertrieb für In- und Ausland: Hausruckverlag Gustaf Adolf J. Neumann, Linz a. d. D., Landstraße 9, Tel. 21450

HEFT 11

JAHRGANG 1947

INHALTSVERZEICHNIS

BEZUGSBEDINGUNGEN:

Einzelheft S 3·—

Abonnement: 1/2 Jahr S 18.— Inklusive Porto

Auslandspreis S 3.50

UNSER TITELBILD zeigt den neuen, auf Seite 252 ausführlich beschriebenen Kinogleichrichter der Elektrobau-AG., Linz, Museumstraße 4-8

Bestellungen sind an den Generalvertrieb für Österreich und das Ausland, Hausruckverlag Gustaf Adolf J. Neumann, Linz a. d. D., Landstraße 9, zu richten

Der Stand der österreichischen Starkstromindustrie

Die heimische Starkstrom-Industrie steht begreiflicherweise im Mittelpunkt des Interesses, da sie einerseits durch ihre Tätigkeit mit beitragen soll, die katastrophale Energielage zu verbessern und anderseits durch ihre Erzeugnisse begehrte Kompensationsgüter aus dem Auslande zu beschaffen. Um diesen Aufgaben gerecht werden zu können, bedarf sie aber — wie alle anderen Industriezweige — selbst elektrischer Energie und vor allem der notwendigen Rohstoffe. Bezüglich der Stromversorgung kann die paradoxe Feststellung gemacht werden, daß auch jene Werke, die an den dringend benötigten Generatoren arbeiten, getreu der Vorschrift, ebenfalls abgeschaltet werden, so daß eben jene Großmaschinen und Apparate, die schließlich zur Besserung der Lage beitragen sollen, wegen eben dieser mißlichen Lage nur mit größter Verzögerung hergestellt werden können.

Ein Bericht der Elin A.-G., des größten bodenständigen Unternehmens dieser Sparte, besagt, daß die Kapazität des Hauptwerkes gegenüber 1937 bereits etwa das Doppelte beträgt, daß aber die Leistungsfähigkeit weiter gesteigert werden soll, so daß schließlich der Ausstoß auf beiläufig das Drei- bis Vierfache des Bezugsjahres gebracht werden soll. Zur Zeit werden zwei neue, große Hallen errichtet, von denen die eine dem Bau von Großgeneratoren, die andere der Montage von Elektrolokomotiven dienen soll. Auf dem Sektor der Schaltapparate wird von einer neuen Anlassertype für 1250 kW berichtet und schließlich eine interessante Neukonstruktion erwähnt: ein neuer Stern-Dreieck-Schalter für 35 A ist fertiggestellt, die Serienerzeugung wird zur Zeit vorbereitet. Eine größere Type für 60 A ist bereits durchkonstruiert.

Was die übrigen Unternehmungen der Starkstrom-Industrie betrifft, so ist die Lage ähnlich, nur spielen hier die Verhältnisse bezüglich der noch ungeklärten Inanspruchnahme als deutsche Kapitalswerte insoferne eine Rolle, als diese Betriebe dadurch im gegenseitigen Wettbewerb benachteiligt erscheinen. Sie haben sich daher vorübergehend mehr auf die Erzeugung kleinerer Geräte eingestellt, deren Herstellung keine übermäßig langen Fristen erfordert, während Leitungsbauten und Netzerstellung, sowie die Reparaturarbeiten für private Kunden aus Industrie und Gewerbe in altem Umfange weiterlaufen. Das breite Publikum ist allerdings nur an den Arbeiten für die öffentliche Energieversorgung interessiert, von denen die wichtigsten in einer kurzen Zusammenstellung hier folgen sollen.

Von den acht Großgeneratoren zu je 25 MVA des Achenseewerkes sind im Zuge einer Generalüberholung des Werkes zwei in Reparatur, in die Arbeit teilen sich die AEG-Union und die österr. Siemens-Schuckert-Werke. Die Elin hingegen hat für das AEW-Werk Lavamünd einen neuen Großtrafo für 22 MVA (110/2×5 kV) zu liefern, der 10-MVA-Generator des gleichen Werkes wird wieder instandgesetzt. Für die Tiwag-Innsbruck ist ein Wandertrafo im Bau, der für eine Leistung von 30 MVA bestimmt ist und als Regeltransformator ausgebildet wird (110/25 kV). Für die Vorarlberger Illwerke wird ein weiterer Regeltrafo der Bauart Elin zu 16 MVA (120/50 kV) angefertigt, während die Läufer zweier Turbo-Generatoren zu je 14 MVA der Wiener E-Werke neu gewickelt werden. Für die Ennsstufen sind zur Zeit drei Trafos zu je 16 MVA (einer für Staning, zwei für Mühlrading) und zwei weitere zu je 31,5 MVA für Großraming bei der Elin in Bau. Gmunden wird ebenfalls einen Wandertrafo zu 15 MVA erhalten. Schließlich soll die Steirische Wasserkraftwerke-A.-G. (Steweag) einen 7,5-MVA-Regeltrafo für Voitsberg erhalten, das Kraftwerk Salza wird neu errichtet und mit einem Trafo zu 8 MVA

(Fortsetzung Seite 257)

Gedruckte

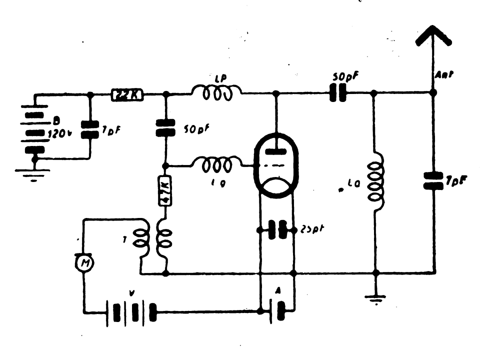
RADIOAPPARATE

Radioapparate drucken? So ähnlich wie eine Zeitschrift gedruckt wird? Ist das nicht ein Scherz, der überreichen Phantasie eines „radiobesessenen" Druckerlehrlings entsprungen? Nein! Radioapparate werden jetzt tatsächlich nach einem ähnlichen Verfahren, wie es zur Herstellung der Druckstöcke schon lange in Verwendung ist, hergestellt. Aber lassen Sie uns berichten.

Zur Zeit gehen durch die Auslandspresse Meldungen, daß durch das „Institute of Radio Engineers" in New York neue Kleinst-Empfänger und -Sender entwickelt wurden, bei denen die Verbindungen der einzelnen Bau-Elemente nicht in der üblichen Weise durch Verdrahtung hergestellt, sondern mit elektrisch leitender Farbe auf Isolierplatten aufgemalt werden. Verwendet man Farben mit verschiedenen elektrischen Widerstandswerten, so können die „Widerstände" gleich mit aufgemalt werden.

An und für sich ist die Idee, aus fabrikatorischen Gründen die Leitungen entweder aus Metallstreifen auszuschneiden und auf Isolierplatten aufzunieten oder aber mit metallhältigen Farben aufzumalen, nicht neu. Solche Geräte fanden wir ja schon in der Produktion um 1926 herum. Zwei Faktoren haben allerdings die Entwicklungsarbeiten auf diesem Gebiete in den letzten Jahren wesentlich vorgetrieben. Der Krieg, der ja die Entwicklungsarbeiten der Industrien aller Länder beeinflußte, verlangte kleine und leichte, in großen Stückzahlen schnell herzustellende Empfänger und Sender. Denken wir nur an die vielen durch Radio ferngesteuerten Geschosse, Wetterballons, Minen, Bojen usw. Anderseits wurde die „Technik der gedruckten Leitungen" durch das Vordringen in das Gebiet der kurzen und kürzesten Wellen gefördert. Je kürzer die Wellenlänge oder je höher die Frequenz, um so kleiner werden die Schwingspulen und Kondensatoren.

Abbildung 1



Spulen mit kleinen Windungszahlen lassen sich ebenfalls als Spirale auf die Isolierplatten aufmalen. Und die Kondensatoren? Auch diese lassen sich durch die neue Technik herstellen. Der eine Belag wird auf die Isolierplatte aufgetragen. Darauf wird ein dünnes Scheibchen Isolierstoff (Steatit usw.) geklebt und auf dieses der zweite Belag aufgepinselt. Die Kapazitätswerte dieser Kondensatoren sind allerdings sehr klein, reichen aber bei Verwendung kürzester Wellen vollkommen zum Aufbau der Schwingkreise.

Widerstände, Kondensatoren und Spulen — die drei wichtigsten Bauelemente — lassen sich nach diesem Verfahren herstellen. Lediglich die Röhren haben noch den gewohnten Aufbau, wenn sie auch in Miniaturausführung hergestellt sind. Verwendet man nun als Isolierplatte die äußere Oberfläche der (Glas-) Röhre, d. h. malt man die zur Röhre gehörenden Widerstände, Kondensatoren und Spulen mit Leit- und Widerstandsfarbe auf die Röhre auf, so haben wir tatsächlich ein Kleinst-Einröhrengerät zur Verfügung.

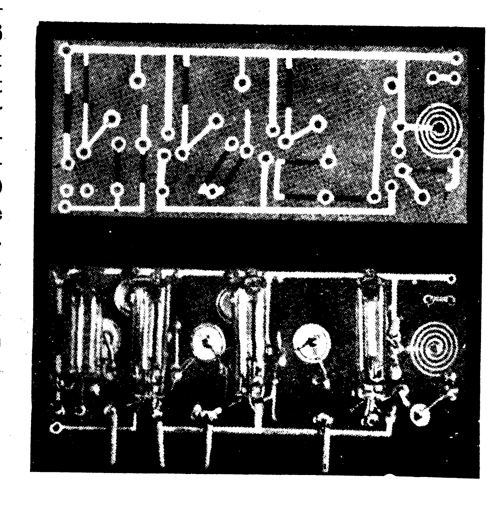
Dr. Cledo Brunetti, Chef der „Ordinance Engineering Section", zeigte der Oeffentlichkeit vor kurzem einen Kleinstsender, so groß wie ein halber Finger, und doch so kräftig, daß seine Reichweite dem Stadtgebiet von Wien entspricht. Als Röhre dient eine Miniaturausgabe der 6 K 4, einer Endtriode. Schwingkreise und Widerstände sind am Glaskolben aufgemalt. Eine Miniaturbatterie von 120 Volt liefert die Anodenspannung, eine solche von 6 Volt die Heizspannung. Das zum Besprechen verwendete Mikrophon ist größer als der komplette Sender. Der Sender arbeitet auf einem Wellenband von 2,16 bis 2,11 m und ist gittermoduliert. Die Sende-Antenne ist ungefähr 1 m lang. Die Schaltung zeigt Bild 1.

Der als Gegenstelle zu dem beschriebenen Sender gehörende Empfänger (siehe Bild 2) hat eine Größe von 5×12 cm. Bild 2 oben zeigt die Isolierplatte mit den aufgemalten Leitungen. Die dunklen Strecken in den Leitungen sind die Widerstände. Bild 2 unten zeigt den Empfänger nach Einbau der Röhren mit den Anschlußleitungen. Der Empfänger, ein Vierröhren-Geradeaus-Gerät, ist mit drei Pentoden und einer Endtriode, die leistungsmäßig zum Betrieb eines normalen Lautsprechers ausreicht, bestückt. Der gesamte Verstärkungsfaktor ist 1500.

Die Herstellungstechnik.

Zur Herstellung gibt es, wie schon erwähnt, zwei Möglichkeiten. Entweder wird die Schaltung auf eine Isolierplatte aus Glas oder Steatit aufgemalt und die Röhren dann nachträglich aufgelötet oder aber man malt sie direkt auf die Oberfläche der Röhre. Nachdem die Röhre gut gereinigt ist, so daß auch die letzten Spuren von Fett, die ein Abblättern der Farbe zur Folge hätten, entfernt worden sind, wird die Röhre mit einer „Schablone der Verdrahtung" umgeben und in den Dampf von Flußsäure gebracht. Flußsäure, die einzige Säure, die das Glas angreift, rauht die Glasoberfläche an den nicht von der Schablone bedeckten Stellen auf. Auf ähnliche Weise wird die mattierte Schrift auf Glastüren usw. hergestellt. An den

Abbildung 2

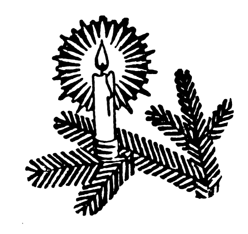


rauhen Stellen haftet die nach abermaliger Reinigung und Neutralisation der Säurereste aufgetragene Farbe besonders gut. Will man die Güte der Leitungen besonders erhöhen, so werden die aufgebrachten Farbstriche galvanisch versilbert. Durch einen Strom von 0,2 Ampere während 15 Minuten wird eine 0,001 mm starke Silberschichte aufgetragen. Vor dem Aufgalvanisieren der Silberschichte muß der Farbauftrag in frischer Luft gut getrocknet werden. Die mit Widerstandsfarbe (siehe unten) aufgetragenen Widerstände hingegen werden bei 500° C unter einer Infrarot-Lampe getrocknet.

Die zweite Methode ist ähnlich dem zur Vervielfältigung von mit der Schreibmaschine geschriebenen Texten verwendeten Abziehverfahren mit Wachsmatrize.

Eine Schablone (Matrize) aus Seide oder Metallfolie wird auf die gründlich gereinigte Steatitplatte (keramisches Material) gelegt und dann mit einer silberhältigen Farbe (Tinte) eingefärbt. An den durchlässigen Stellen der Matrize dringt die Farbe durch und färbt die Steatitplatte ein. Die Farbe besteht aus Silberpulver vermischt mit Silberoxyd und einem Bindemittel. Zur Verdünnung wird Aceton verwendet.

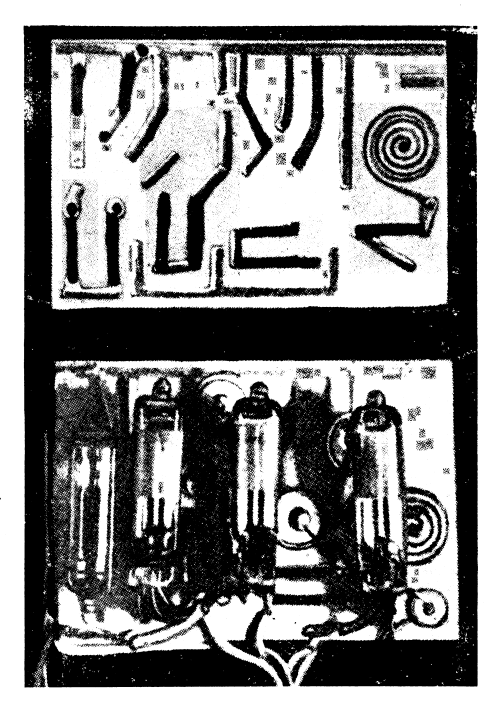
Nachdem die Verkabelung bei zirka 800° C getrocknet wurde, werden die Widerstände mit Hilfe einer zweiten Schablone aufgebracht. Die dazu verwendete Farbe wird aus Graphitpulver und einem Bindemittel hergestellt. Die verschiedenen Widerstandswerte werden durch verschiedene Breite und Stärke des Farbstriches und durch Verwendung verschiedener Materialien erzielt. Die Kondensatoren müssen, wie schon eingangs erwähnt, durch Aufkleben kleiner Keramikplättchen hergestellt werden.



„das elektron" wünscht allen seinen Lesern, Freunden und Mitarbeitern ein

recht ***frohes Weihnachtsfest***

und ein ***glückliches neues Jahr***



Nebenstehend: Abbildung 3

Zur Herstellung von Leitungen auf Glas wird eine aus 76 % Silberoxyd, 4 % Leinöl, 12 % Bleisilikat und 8 % Alkohol bestehende Farbe verwendet. Zur Malerei auf keramischem Material ist eine aus 62 % Silberpulver, 15 % Zelluloselack, 11,5 % Bleiverbindungen und 11,5 % Aethylacetat bestehende Verbindung gebräuchlich.

Zur Herstellung der Widerstände verwendet man eine Farbe aus 15 % Graphitpulver, 29 % Phenolaldehyd, 9 % Ruß und 47 % Alkoholacetate. Diese Farbe eignet sich für Isolierplatten aus Steatit, Glas u. Bakelit.

Permanente Magnete *in der Elektrotechnik*

Fast alle Leser werden einmal jenen netten Schulversuch gesehen haben, bei dem ein Magnetstab mit einem Blatt Papier bedeckt wurde, auf das man Eisenpulver streute. Bei leichtem Schütteln richtete sich dieses zu feinen Linien aus, die den Verlauf der Kraftlinien darstellten. Kraftlinien sind gedachte Linien, die aus einem Pol austreten und sich auf dem magnetisch kürzesten Weg zu einem Kreis schließen. Die Gesamtzahl der Kraftlinien wird Kraftfluß Φ oder Induktionsfluß genannt und in Maxwell gemessen. Der Kraftfluß, bezogen auf den Querschnitt q (cm^2) des Magneten, also Φ/q, heißt Induktion B. Das heißt also mit anderen Worten, daß man den gesamten Kraftfluß dann erhält, wenn man die magnetische Induktion B mit dem Querschnitt multipliziert. Die Einheit im absoluten Zentimeter-Gramm-Sekunden-System (c g s - System) ist 1 Gauß und dieses ist dann vorhanden, wenn wir auf 1 cm^2 eine Kraftlinie zählen.[1])

Für die magnetische Wirkung des elektrischen Stromes ist es gleichgültig, ob diese durch ein Ampere, welches durch eine Windung fließt, oder durch 0,1 Ampere, welches durch 10 Windungen fließt, verursacht wird. Man hat daher den Begriff der Amperewindungen (AW) eingeführt.

Die magnetische Induktion, die wir also auch ohne weiteres Kraftliniendichte nennen können, ist für das Verständnis beim Vorgange der Magnetisierung bzw. der Entmagnetisierung eine wichtige Größe.

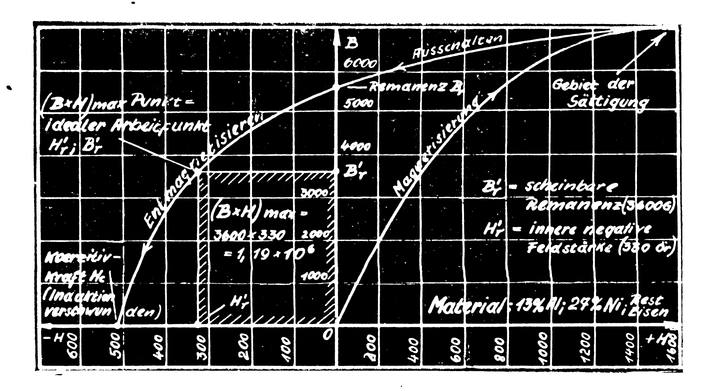
Wir haben schon in der Schule gelernt, daß sich in jedem magnetischen Material (Eisen usw.) eine Unzahl kleiner Magnete (Elementar-Magnete) befinden. Diese Elementar-Magnete sind, wenn das Eisen unmagnetisch erscheint, wild durcheinandergewirbelt und heben sich so in ihrer Gesamtwirkung auf. Streiche ich nun aber mit einem Magneten über ein unmagnetisches Eisen, so richten sich die Elementar-Magnete aus (gleich) und summieren sich so in ihrer Wirkung. Aus dem unmagnetischen Stück Eisen wird dadurch plötzlich ein Magnet. Die Wirkung der geordneten Elementar-Magnete macht sich als magnetischer Kraftfluß bemerkbar. Je größer die innere Reibung der kleinen Teilchen (Elementar-Magnete) gegeneinander, d. h. je härter das innere Gefüge des Magnetwerkstoffes ist, desto schwerer werden sich die kleinen Teilchen in eine bestimmte Richtung zwängen (magnetisieren bzw. entmagnetisieren) lassen. Man spricht daher von magnetisch harten Werkstoffen (Dauermagnete) im Gegensatz zu magnetisch weichen Werkstoffen, wie Trafo- oder Dynamo-Blech. (Magnetisch weiche Legierungen, wie Permalloy, Mumetall, Megaperm usw., werden oft auch als hochmagnetische Legierungen bezeichnet.)

Die Magnetisierung eines Magneten, also das Ausrichten der Elementar-Magnete, geschieht daher unter der Einwirkung eines magnetischen Feldes, welches meist in einem Elektromagneten mit Eisenschluß (Magnetisierungsjoch) erzeugt wird. Die Stärke des Feldes, deshalb auch Feldstärke genannt, hat die technische Einheit AW/cm.[2])

Andererseits ist die Feldstärke von 1 Oersted auch dadurch gekennzeichnet, daß pro cm^2 eine Kraftlinie vorhanden ist. Das Gauß und das Oersted haben also gleiche Definition. Allein schon daraus ist ersichtlich, daß zwischen der Induktion B und der Feldstärke H enge Zusammenhänge bestehen müssen, da man doch in der Technik nicht zwei gleiche Dinge mit verschiedenen Grundgrößen bezeichnen wird. Um diese Dinge nun näher zu erklären, müssen wir die Voraussetzung eines geschlossenen magnetischen Kreises annehmen. Genau wie in der Elektrotechnik ein Strom erst dann entsteht, wenn dieser durch eine Spannung durch einen elektrischen Kreis (Stromkreis) getrieben wird, können wir beim Magnetismus von einem magnetischen Kreis sprechen, durch den der magnetische Fluß, durch die magnetische Spannung verursacht, fließt.

Wir wollen nun versuchen, die Feldstärke H aus der Amperewindungszahl (AW-Zahl) zu berechnen und so den gesamten Kraftfluß und daraus den richtigen Induktionswert B erfassen zu können. Die Zusammenhänge zwischen H und B sind am leichtesten graphisch aus der Magnetisierungs- bzw. Entmagnetisierungskurve zu entnehmen. In einem Achsensystem wird von der Waagrechten von einem Nullpunkt die Feldstärke H nach rechts in der positiven, nach links in der negativen Richtung hin aufgetragen. Der Wechsel im Vorzeichen der Feldstärke bedeutet nur eine Umdrehung der Kraftlinienrichtung, d. h. mit anderen Worten, daß nunmehr an die Stelle eines Nordpols *ein Südpol und* umgekehrt getreten ist. Auf der Senkrechten wird die Induktion B aufgetragen. Die Magnetisierungsfeldstärke + H und entsprechend die Entmagnetisierungsfeldstärke — H kann aus der Amperewindungszahl, der Spule des Magnetisierungsjoches und der Magnetlänge berechnet, besser aber noch mit einem magnetischen Spannungsmesser gemessen werden (z. B. S und H Spannungsmesserjoch nach H. Neumann). Die Ermittlung der Induktion B für jeden H-Wert ist mittels einer Spule, die auf den Magneten gewickelt wird, leicht durchführbar, da jede Feldstärkeänderung ($\triangle$ H) eine Kraftflußänderung ($\triangle\,\Phi$) und, da der Magnetquerschnitt sich ja nicht ändert, auch eine Induktionsänderung $\triangle$ B zur Folge hat. Durch die Aenderung des Flusses ($\triangle\,\Phi$) wird in dieser Spule eine Spannung induziert und dieser Spannungsstoß kann mit einem ballistischen Galvanometer oder mit einem Fluxmeter gemessen werden. Ein Kraftfluß von 1 Maxwell erzeugt, wenn er in einer Sekunde entsteht oder verschwindet, eine Spannung von 10^{-8} V. Wird nun von 0 aus die Magnetisierungsfeldstärke stetig gesteigert (Abbildung 1), also H in der Plusrichtung vergrößert, wobei zu jedem H-Wert die zugehörige Induktion B (Kraftliniendichte) gemessen wird und die

Abbildung 1



---

[1]) Diese Festsetzung entspricht der technischen Einheit von 0,7958 Amperewindungen pro cm (AW/cm). (1 Gauß = 0,7958 AW/cm.)

[2]) 1 AW pro cm entspricht 1,258 c g s - Einheiten (Oersted).

so gefundenen Werte in das Achsensystem eingetragen werden, so entsteht eine zuerst steil ansteigende Kurve, die dann immer flacher wird und zuletzt waagrecht verläuft. Die so entstandene Linie wird auch „jungfräuliche Magnetisierungslinie“ genannt, da sie von vollkommen unberührtem Eisen ($H = 0$, $B = 0$) aus gemessen wird. Durch die steigende Magnetisierungsfeldstärke wird die Kraftliniendichte immer größer, bis die Sättigung erreicht ist, bildlich gesprochen also keine weiteren Kraftlinien mehr Platz finden. Schaltet man die treibende Kraft (Magnetisierungsfeldstärke) ab, so fällt die Induktion B nicht wie man glauben sollte auf 0 ab, sondern geht auf einen Wert, der als Kennwert wichtig ist, zurück. Da dieser Wert die nach der Magnetisierung zurückbleibende Kraftliniendichte angibt, nennt man ihn auch Remanenz B mit dem Index r oder remanente, d. h. zurückbleibende Induktion. (Im geschlossenen Jochkreis wird die wahre Remanenz gemessen.) Weiters ist es nun möglich, bei umgekehrter Feldrichtung ($-H$) genau wie beim Magnetisierungsvorgang das Verhalten des Magneten beim Entmagnetisieren festzustellen. Den Anfangspunkt dazu haben wir bereits in B_r gefunden. Wieder wird für jede negative Feldstärke die Induktion gemessen und die Feldstärke $-H$ so lange erhöht, bis B verschwunden ist, also den Wert 0 erreicht hat und die Kurve die Waagrechte schneidet. Man kann nun sofort aus dem Diagramm die negative Feldstärke ablesen, die notwendig ist, um die Induktion B im Magneten vollkommen verschwinden zu lassen (siehe Bild 1). Diese Kraft heißt Koerzitivkraft H_c und wird, da sie ja einen bestimmten Wert der Feldstärke darstellt, in Oersted gemessen. Es ist einleuchtend, daß ein Magnet um so unempfindlicher gegen äußere Einflüsse ist, einen desto größeren H_c-Wert (Koerzitivkraft) er hat. Um nun die Einführung eines Luftspaltes in einen magnetischen Kreis genau zu betrachten und zu untersuchen, wollen wir zuerst einen Vergleich zwischen elektrischem und magnetischem Kreis machen.

Der elektrische Kreis ist durch das Ohmsche Gesetz gekennzeichnet. Die elektrische Spannung U treibt einen Strom J durch den Widerstand R, wobei sich der Strom aus Spannung durch Widerstand ($J = U / R$) berechnet. Der Widerstand des elektrischen Kreises setzt sich zusammen aus dem inneren Widerstand der Spannungsquelle R_i und dem äußeren Widerstand des Verbrauchers R_a. Mit anderen Worten treibt die Spannung oder elektromagnetische Kraft (EMK) einen Strom durch den Außenwiderstand R_a, dessen Größe von R_a und R_i abhängig ist. Bei dem Vergleich mit dem magnetischen Kreis finden wir ähnliche Verhältnisse; entsprechend der elektromotorischen Kraft (EMK) finden wir die magnetomotorische Kraft (MMK). Diese hat den Wert der inneren negativen Feldstärke ($-H'_r$) (siehe auch Abbildung 1) mal der Länge des Magneten.[3])

Wissenschaftlich genau genommen handelt es sich bei der MMK nicht um $-H'_r \times l_m$, wobei l_m die Länge des Magneten ist, sondern um $H_e \times l_m$, die sogenannte „eingeprägte Feldstärke“, welche aber einen theoretischen Wert darstellt, der hier nicht behandelt werden kann. Es ist dies nicht wesentlich, da auch in der Praxis in überschlägigen Rechnungen durchwegs mit der Größe $-H'_r$ gerechnet wird.

Die MMK verursacht nun einen Kraftfluß Φ, der mit dem Strom im elektrischen Kreis vergleichbar ist. Die magnetische Induktion B andererseits hat ihre Parallele in der Stromdichte, die wir ja in Ampere pro mm^2 angeben. Genau so ist die magnetische Induktion der Gesamtfluß durch die Flächeneinheit. Auch der magnetische Gesamtwiderstand setzt sich wieder aus magnetischem R_i (innerer Widerstand der MMK) und dem magnetischen Widerstand der Eisenteile und des Luftspaltes (R_a) zusammen. Wir haben schon gehört, daß die spezifische magnetische Leitfähigkeit μ durch das jeweilige Verhältnis $B : H$ gekennzeichnet ist. (Der spezifische magnetische Widerstand erhält also die Größe $1/\mu$. Auch der elektrische Widerstand ist ja 1 durch die elektrische Leitfähigkeit.) Wieder der Vergleich mit dem elektrischen Kreis:

$$R_{el} = \frac{l}{\varkappa \cdot q}; \quad R_m = \frac{l}{\mu \cdot q}$$

Dieser Wert R_m kann aber nur für die Leiter des magnetischen Flusses (Weicheisenteile und den Luftspalt) gelten, denn bei genauer Ueberlegung würden wir für den inneren Widerstand der MMK bei beibehaltenem Verhältnis $\frac{B}{H}$ = spezifische magnetische Leitfähigkeit, auf das Kuriosum kommen, daß der Magnetstahl im Falle der Remanenz B_r (z. B. $B_r = 6000$, $H = 0$) eine unendlich große magnetische Leitfähigkeit haben und im Falle der Koerzitivkraft ($B = 0$, $H = 500$) eine unendlich kleine, das Material also einen magnetischen Isolator darstellen würde. Beide Fälle liegen natürlich außerhalb jeder Möglichkeit. Es gilt daher die reversible Permeabilität, die wir jedoch aus Raumgründen hier nicht näher behandeln können. Sie wird jedoch für Magnetstähle als Materialkonstante für den Arbeitspunkt angegeben.

Vergleichen wir weiter:

$$J = \frac{EMK}{R_i + R_a}. \quad R_{el} = \frac{l}{\varkappa \cdot q}$$

$$\Phi = \frac{MMK}{R_{im} + R_{am}}$$

$$R_m = \frac{l}{\mu \cdot q}$$

Da nun die MMK allgemein $H \cdot l$ ist (siehe Fußnote 3), so ist sie in unserem Falle $-H'_r \cdot l_m$.

$$R_{im} = \frac{l_m}{\mu_r \cdot q_m} \text{ und } R_{am} = \frac{\text{Luftsp.}}{\mu \cdot q\ \text{Luftsp.}}$$

Daraus ergibt sich dann als Endformel:

$$\Phi = \frac{-H'_r \cdot l_m}{\dfrac{l_m}{\mu_r \cdot q_m} + \dfrac{l\ \text{Luftspalt}}{\mu \cdot q\ \text{Luftsp.}}}$$

Hierbei ist J der elektr. Strom, EMK die elektromotor. Kraft, R_i der innere Widerstand der Stromquelle, R_a der Außenwiderstand, l die Drahtlänge, $\varkappa$ die elektrische Leitfähigkeit, q der Drahtquerschnitt, Φ der magnetische Fluß, MMK die magnetomotorische Kraft, R_{im} der innere magnetische Widerstand, R_{am} der äußere magnetische Widerstand, l die Magnetlänge bzw. die Länge des Luftspaltes, μ die Permeabilität,[4]) q der Querschnitt des Magnetes bzw. des Luftspaltes.

Wird in einem geschlossenen magnetischen Kreis ein Luftspalt eingefügt, so tritt auf Grund der freien Pole eine selbstentmagnetisierende Wirkung ein. Der Magnet erzeugt in seiner Umgebung einen magnetischen Fluß, dessen Richtung der Magnetisierung entgegen gerichtet ist. (Seine technische Anwendung beruht auf dieser Tatsache.) Da die von Magneten erzeugten Kraftlinien sich im Außenraum auf magnetisch kürzestem Wege schließen, also auch dicht an der Oberfläche verlaufen, ist hier die Feldrichtung entgegengesetzt seiner Magnetisierung. Nach dem Satz vom stetigen

---

[3]) Zum Vergleich: Die in einer Antenne induzierte EMK = Feldstärke × Länge ($E \times l$). Die MMK eines Magneten ist genau so Feldstärke mal Länge, d. h. $H \times l$. Wenn wir uns diese Begriffe vor Augen halten, werden wir die gebrachten Zusammenhänge viel leichter verstehen.

[4]) Die spezifische Leitfähigkeit (Permeabilität) von Eisen ist je nach Reinheit 1000- bis 20.000mal so groß wie die der Luft. Dadurch ist auch erklärlich, daß praktisch der gesamte Kraftfluß durch das Eisen geht. μ Luft = 1,000 000 3, also annähernd 1.

Uebergang der Tangentialkomponente gelten diese Erwägungen auch für das Innere des Magneten.

Der Magnet liegt in seinem eigenen negativen (richtungsverkehrten) Feld $-H'_r$ und die Induktion fällt vom Wert der wahren Remanenz B_r auf einen aus der Entmagnetisierungskurve ersichtlichen Wert B_r ab, den man „scheinbare Remanenz" nennt (vergleiche Bild 1).

Die hier gebrachten Zusammenhänge sind ein bißchen schwerer zu verstehen und können ohne Schaden für des Verständnis des Gesamtaufsatzes übergangen werden.

Zur Entmagnetisierungskurve zurückkehrend können wir feststellen, daß für einen bestimmten Wert $-H'_r$ das Produkt aus innerer negativer Feldstärke und zugehöriger Induktion B'_r ein flaches Maximum erreicht. Dieses läßt sich in der Magnetisierungskurve durch das größte, in die Entmagnetisierungskurve eingeschriebene Rechteck darstellen. Dieses Rechteck ist auch in unserer Abbildung durch Schraffur deutlich gekennzeichnet. Der Flächeninhalt wird mit $(B \times H)max$ oder mit Energieprodukt bezeichnet. Diese Größe $(B \times H)max$ durch den Wert von $8 \times \pi$ dividiert (durch das Maßsystem bedingt), ergibt die Güteziffer, die gleichzeitig die maximale Energie in Erg angibt, die 1 cm^3 Magnetwerkstoff bei günstigster Dimensionierung im Außenraum speichern kann. D e r $(B \times H)max$-W e r t k a n n d a h e r a l s g u t e s M a ß f ü r d e n E n e r g i e g e h a l t e i n e s M a g n e t e n b e z e i c h n e t w e r d e n. Da bei gehärteten, nicht vorzugsgerichteten Werkstoffen dieser Wert zu 40 bis 50 % (theoretisch 42 %) des Produktes aus Remanenz und Koerzitivkraft liegt, können diese beiden Einzelwerte für überschlägige Beurteilungen gute Dienste leisten. Da im Zustand der Remanenz sowie der Koerzitivkraft kein Außenfeld vorhanden ist, muß auch jedes Energieprodukt für diese Fälle gleich null sein, da B_r für den geschlossenen, also nach außen streufreien Kreis gilt, und bei H_c ja die Induktion verschwunden ist. Zusammenfassend können wir feststellen, daß für die Beurteilung der Güte eines Magnetstahles folgende Richtlinien gelten:

1. Der $(B \times H)$ max - Wert, der als Vergleichsgröße für den Energiegehalt des Magneten gilt.

2. Die Koerzitivkraft H_c (mit dieser ändert sich auch die reversible Permeabilität μ_r), die einen großen Einfluß auf die Fremdfeldfestigkeit des Magneten hat, also wie das $(B \times H)$ max möglichst groß sein soll. (Unter Fremdfeldfestigkeit versteht man die Beeinflussung durch fremde, außerhalb des eigentlichen Magneten liegende magnetische Einwirkungen.)

3. Die remanente Induktion B_r, also die zurückbleibende Kraftliniendichte.

Nun noch einige Werte über die Magnetwerkstoffe selbst. Aus den eben besprochenen Richtlinien ist klar ersichtlich, daß das Bestreben bei der Entwicklung neuer, besserer Magnetlegierungen auf die Verbesserung dieser Größen zielt. Nun hat man gerade im Kriege (welcher Staat zuerst, ist wegen des damals gestoppten wissenschaftlichen Erfahrungsaustausches noch unklar, wahrscheinlich waren es die Niederländer oder die Engländer Oliver und Shedden) Magnetstähle mit einer sogenannten magnetischen Vorzugsrichtung hergestellt. Wenn man Legierungen, bei denen der Curie-Punkt (d. i. jene Temperatur, bei der ein Material aus dem unmagnetischen in den magnetischen Zustand zurückkehrt) hoch liegt (zirka 800 Grad Celsius), bereits bei diesen Temperaturen einem starken magnetischen Feld aussetzt, dann richten sich die Elementarmagnete leichter aus, weil das Material auf Grund der hohen Temperatur noch weich ist und bevorzugen diese Richtung auch im kalten Zustand. Die Remanenz wird dadurch wesentlich erhöht und die Magnetisierungskurve baucht sich stark aus. Dies kommt einem enormen Anstieg des $(B \times H)$ max-Wertes gleich. Der Magnet hat also eine Vorzugsrichtung, denn bei Magnetisierung quer zu dieser Richtung fallen alle Größen gewaltig unter den Wert, den das Material ohne Vorzugslage aufweisen würde.

Bei einer Cu-Ni-Fe-Magnetlegierung nach Dr. Neumann kann eine Vorzugslage auch durch Kaltwalzen ohne Einwirkung eines magnetischen Feldes erreicht werden. Die so behandelte Legierung hat gegenüber allen anderen Legierungen den gewaltigen Vorzug, nach der Härtung noch gut bearbeitbar zu sein. Magnetische Legierungen, die auf der Aluminium-Nickel-(Kobalt-)Basis hergestellt sind, sind dagegen so hart, daß man mit ihnen Glas ritzen kann. Diese Magneten werden gegossen und durch Schleifen auf die Sollmaße gebracht. Selbstverständlich sind dadurch wesentliche Mehrkosten bedingt, die allerdings durch die große Güte und daher kleinen Abmessungen zumindestens aufgewogen werden. Tabelle 1 soll über die Entwicklung von Magnetwerkstoffen genaueren Aufschluß geben.

Magnetwerkstoff		B_r	H_c	$(B \times H)max$	Bearbeitbar durch:	Bemerk:
1% Kohlenstoffstahl		8600	48	0,18	Walzen, Schmieden Stanzen	
5% Wolfram		10300	70	0,32		
36% Cobalt		9600	240	0,95	"	
Kupfer, Nickel, Eisen, Cunife		5600	600	1,75	"	Vorzugsgerichtet durch Kaltwalzen
Kupfer, Nickel, Eisen, Cunife		4000	320	keine Angaben erhältlich		ohne Vorzugslage
Alni (Oerstit 120)		5500	500	1,25	Schleifen	
Al.-Ni.-Co	Alkonit 5,2	12150	657	5,20	"	vorzugsgerichtet
Al.-Ni.-Co	Alkonit 5,2	8800	587	2,14	"	ohne Vorzugslage
Al.-Ni.-Co	Alkonit 5,2	4900	412	0,567	"	quer zur Vorzugslage

Aus allen bisherigen Ueberlegungen, die mit dem gegenseitigen Verhalten von H und B in einem magnetischen Kreis zusammenhängen, soll nochmals folgendes festgestellt werden:

Durch einen eingeführten Luftspalt tritt eine selbstentmagnetisierende Wirkung ein. Je größer (länger) der Luftspalt ist, um so größer wird diese. Damit ändern auch B'_r und H'_r ihre Werte nach dem in der Magnetisierungskurve festgelegten Verhältnis. Je größer die Luftspaltlänge, desto kleiner wird B'_r.

Das Produkt aus B'_r und H'_r ist entscheidend für die Energiespeicherung im Außenraum und ist beim $(B \times H)$ max - Wert am größten. Daraus ergibt sich die Forderung, einen Magnetstahl so zu konstruieren, daß der Arbeitspunkt mit dem $(B \times H)$ max - Punkt der Entmagnetisierungskurve zusammenfällt.

Nach diesen Forderungen werden alle in der Technik, besonders aber in der Elektrotechnik verwendeten permanenten Magnete zu Systemen zusammengebaut. Der im Luftspalt auftretende Kraftfluß wird für die verschiedensten Fälle nutzbar gemacht. Da es aber für stehende magnetische Felder keinen Isolator gibt, ist es nur möglich, einen Teil des gesamten Kraftflusses nutzbar zu machen, während d. andere Teil als Streuung praktisch verloren geht. Die Güte einer Magnetsystemkonstruktion kann daher nach dem Verhältnis von Nutzkraftfluß zu Gesamtkraftfluß beurteilt werden. Dieses Verhältnis wird, wie überall in der Technik, Wirkungsgrad (η) genannt. Durch geeignete Formgebung der Eisenteile und möglichst dichte Anordnung des Magnetmaterials am Luftspalt können Werte bis 0,65 erreicht werden. Wird der Nutzkraftfluß durch den Spaltquerschnitt dividiert, so erhält man selbstverständlich die

Induktion im Luftspalt. Diese Induktion im Luftspalt Bl ist der wohl meistgebrauchte Wert bei Angaben über ein fertiges System. Aus einer einfachen Formel kann diese leicht berechnet werden.

$$B_L = \sqrt{\frac{\eta \times (B \times H)max \times V_m}{V_L}}$$

Erwähnt sei noch, daß kleine Koerzitivkräfte große Magnetlängen bedingen, hohe Koerzitivkräfte aber kleine Magnetlängen, also gedrungene Formen zulassen.

Auf die verschiedenen Anwendungszwecke und Ausführungsformen übergehend, sei hier eine wahllose Aufstellung gegeben. Die moderne Elektrotechnik verwendet permanente Magnete für Lautsprechersysteme, Mikrophonmagnete, Drehspulinstrumente, Zähler, Zündmaschinen, Dynamos, Handdynamos, Elektromotoren, Tonabnehmer, Spannungsregler, Relais, Kopfhörer, Tachometer, magnetische Oelfilter, Blasmagnete, ganz zu schweigen von den wissenschaftlichen Anwendungsgebieten, wie Seismographen, Magnetetalons, Magnetsysteme für Alpha-Beta-Strahlenspektroskopie.

Die Ausführungen von Magnetsystemen für dynamische Lautsprecher sind im Aufsatz „Dynamische Lautsprecher", „das elektron", Heft 7, näher behandelt worden. Es wird daher nur ein amerikanisches System mit Vorzugslagemagnet beschrieben: Auf einem durch Tiefziehen zu einem Topf geformten Eisenblech wird die Deckplatte festgeschraubt bzw. -genietet. An Stelle des Bolzens finden wir einen hohlen Magnetstab aus vorzugsgerichtetem Al-Ni-Co-Stahl mit Weicheisenspitze. Die Verbindung und das Zentrieren des Spaltes ist durch eine Schraube gewährleistet. Auf die Magnetsysteme übergehend, die für die Meßinstrumentenindustrie erzeugt werden, sei hier noch eine Auswahl beschrieben. Bei billigen Instrumenten werden Systeme aus gestanztem bzw. gewalztem Material niedriger Güte verwendet. Des geringen H_c wegen folgt meist ein künstliches Altern durch teilweises Entmagnetisieren, Wärmebehandlungen, Tempern usw. Eine übermäßig große Fremdfeldfestigkeit ist aber auch dadurch nicht gewährleistet. Um diesen Nachteil und die meist auch sehr schwachen Luftspaltinduktionen zu verbessern, werden Verbundmagnete aus hochwertigem Magnetwerkstoff hergestellt. Diese bestehen aus meist quaderförmigen Magnetstükken mit Weicheisenpolschuhen.

Um gleichzeitig einen Anhaltspunkt über die Entwicklung zu geben, die auf dem Gebiete der Verbesserung des Energieeinhaltes erzielt worden ist, seien zwei Systeme gegenübergestellt. System 1: (Al-Ni-Legierung) arbeitet mit $(B \times H)max = 1{,}25 \times 10^6$ bei $\eta = 0{,}32$ und einem Magnetvolumen von 17,2 cm^3; System 2: (Al-Ni-Co vorzugsgerichtet) mit einem $(B \times H)max$ von $4{,}27 \times 10^6$, $\eta = 0{,}35$ und einem Magnetvolumen von 4,6 cm^3. Beide Systeme haben ein Bl von 3.500 Gauß Luftspaltinduktion.

Das nun beschriebene System zeigt eine Ausführungsform, die trachtet, Fremdfeldeinflüsse durch Innenanordnung des Magneten im System fast gänzlich auszuschalten. (Eine wirksame Abschirmung stehender Magnetfelder gibt es nicht, sondern nur eine Ab- bzw. Umleitung der fremden Kraftlinien durch Eisen. Das einzige, wenn auch nur um einige %, abschirmende Material ist Wismuth.) Ein zylindrischer Magnetkern, um den die Drehspule angebracht wird, ist dabei von einem Weicheisenhohlzylinder umgeben, durch den der magnetische Kreis geschlossen wird (Abbildung 2). Die Konstruktion arbeitet mit einem η von 0,53.

Eine sehr interessante Lösung für Instrumente mit großem Anzeigewinkel bis 330 Grad von Siemens & Halske sei kurz erwähnt. Das Magnetsystem ähnelt einem System für dynamische Lautsprecher. Bei gleichmäßigem Luftspalt werden sehr homogene Felder, also vollkommen proportionale Ausschläge, erreicht. Durch teilweise Erweiterung des Luftspaltes können aber auch leicht logarithmische oder andere Skalenteilungen er-

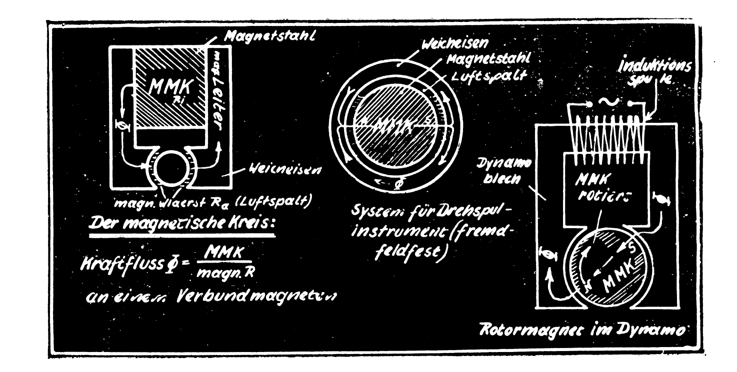


Abbildung 2

halten werden. Bei Zählermagneten, die meist aus Walzmaterial hergestellt werden, wird nicht nach dem Bl, sondern nach der Bremskraft gefragt. Auch hier gibt es schon Ausführungen mit modernen Magnetstählen, die wesentlich kleiner ausgeführt sind.

Für Mikrophone stehen wiederum die verschiedensten Typen zur Verfügung. Es werden meist hohe Induktionen im Luftspalt (bis zu 18.000 Gauß) verlangt. Dasselbe gilt auch für Oszillographenmagnete.

Erwähnt sei noch eine Reihe kleinerer und kleinster Systeme, die für elektrodynamische Tonabnehmer gebaut werden, bei denen im Luftspalt durch die Nadel eine kleine Spule in Schwingungen versetzt wird. An den Spulenenden treten dann entsprechende niederfrequente Wechselspannungen auf.

Im Vergleich zu alten Fahrraddynamos konnten durch die modernen Al-Ni-Legierungen wesentliche Mehrleistungen erreicht werden, wobei sich beachtenswerte konstruktive Verbesserungen und Vereinfachungen in der Stromabnahme ergaben. Außerdem sind diese Magnete praktisch stoß- und temperaturunempfindlich (bis 500 Grad Celsius). In diese Art fallen auch eine Reihe kleiner Handdynamolampen, die Zündmagnetanlagen für Flugmotoren sind auf gleichem Prinzip konstruiert. Auch kleine Wechselstrommotoren, meist Synchronläufer, werden mit Rotoren aus Magnetwerkstoffen großer Güte hergestellt. Auch die Wissenschaft hat mit Dauermagneten wertvolle Instrumente und Hilfsmittel geschaffen und so z. B. dem Augenarzt zum Entfernen kleinerer Eisenteilchen große Möglichkeiten in die Hand gelegt.

Abschließend sei aber auch hier vor einem gewarnt: Auch mit besten Magneten läßt sich kein Wunder und somit auch kein Perpetuum mobile schaffen. Dieses sei ganz besonders jenen geheimnisvollen Erfindern gesagt, die, einmal in einen Fehlschluß verrannt, von niemandem Rat annehmen. Am Ende heißt es dann, der Erfahrung gemäß: Der Magnet taugte nichts.

Eberhard Steinort.

WIR RICHTEN UNSERE BASTLERWERKSTÄTTE EIN

Ein universell verwendbares Vielfachmeßinstrument



Neben Schraubenzieher und Lötkolben ist ein Universal-Meßgerät der wichtigste Behelf einer Bastlerwerkstätte. Aus dem, in großen Stückzahlen erzeugten und im Handel erhältlichen Brandbombenmeldegerät [1]) (Bild 1) läßt sich ein sehr vielseitig verwendbares Meßgerät bauen (Bild 2). Neben der Verwendung als Vielfach-Spannungs- und Strommeßgerät kann es auch als Ohmmeter verwendet werden. Infolge des hohen Innenwiderstandes (bei Gleichstrom 40.000 Ohm/Volt) ersetzt das Gerät in den meisten Fällen ein Röhrenvoltmeter. Tonfrequenzspannungen können einwandfrei gemessen, Hochfrequenzspannungen nachgewiesen werden. Selbstverständlich kann auch jedes andere im Handel erhältliche Mikroamperemeter nach unserer Bauanleitung verwendet werden.

Grundsätzliches über Messen und Meßgeräte.

Von den verschiedenen Meßgerätsystemen ist das Drehspulmeßwerk das verbreitetste. Zwischen den Polen eines permanenten Stahlmagneten (Hufeisenmagnet) befindet sich eine drehbar angeordnete Spule (im Prinzip ein kleiner Motor, bei dem das Feld durch den Hufeisenmagnet konstant ist). Das Umlaufen der Spule wird durch zwei Spiralfedern (ähnlich der Unruhefeder einer Taschenuhr) verhindert. Die Federn dienen gleichzeitig zur Stromzuführung. Je stärker die Kraft, mit der sich die Spule zu drehen versucht, ist, desto mehr werden die Federn gespannt und desto größer ist der erzielte und an einem Zeiger ablesbare Verdrehungswinkel. Wie Theorie und Erfahrung zeigt, nimmt der Verdrehungswinkel im selben Maße wie die Kraft zu. D. h. steigt die Kraft auf den doppelten Wert, so vergrößert sich auch der Verdrehungswinkel auf das Doppelte.

Die Kraft, die an einem sich in einem Magnetfeld befindenden, stromdurchflossenen Spule entsteht, ist von der Stärke des fließenden Stromes, von der Magnetfeldstärke und von der Windungszahl der Spule abhängig.[2]) Windungszahl und Magnetfeldstärke sind konstant, sie liegen ja durch die Ausführungsform des Gerätes fest, so daß die Drehkraft verhältnisgleich der durchfließenden Stromstärke ist. Es gilt wieder: Erhöhe ich den durch die Spule fließenden Strom auf den doppelten Wert, so erziele ich die doppelte Kraftwirkung. Aus beiden Beziehungen folgt: **Bei einem Drehspulmeßgerät ist die Größe des Zeigerausschlages direkt proportional (verhältnisgleich) der Stärke des durch die Spule fließenden Stromes.**

Um mit dem Drehspulmeßwerk auch Spannungen messen zu können, wendet man einen kleinen Trick an. Schaltet man vor die Drehspule einen Widerstand und legt diese Kombination an eine Spannungsquelle, so wird durch den Widerstand und die dazu in Serie geschaltete Spule ein Strom fließen. Die Stärke des Stromes kann man aus dem Ohmschen Gesetz berechnen $J = U / R$.[3]) Der Wert des Widerstandes liegt fest, er ist konstant. Die Größe des fließenden Stromes und mit ihm der Zeigerausschlag d. Instrumentes sind somit nur mehr von d. Größe der angelegten Spannung abhängig. Durch entsprechende Wahl der Skala kann man erreichen, daß die Spannung direkt abgelesen werden kann. **Man hat somit ein Meßgerät, mit dem man d. Größe von Spannungen bestimmen kann. Tatsächlich wird jedoch die (spannungsabhängige) Stromstärke gemessen.**

Berechnung der Vorwiderstände.

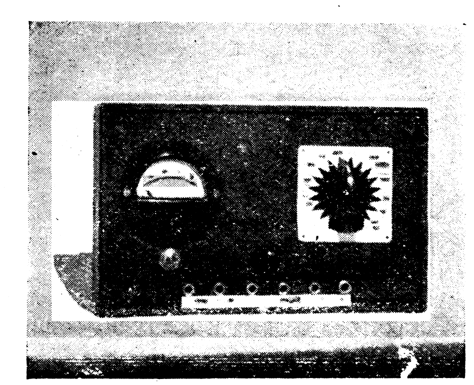
Zur Berechnung der Vorwiderstände ist die Kenntnis der Stromstärke, bei der der Zeiger auf Endausschlag steht, erforderlich. Der Wert ist meistens auf der Instrumentenskala angegeben. Wenn nicht, muß er durch Messung bestimmt werden. Bei dem im Brandbombenmeldegerät eingebauten Instrument beträgt die zur Erreichung des Endausschlages erforderliche Stromstärke 25 μA, das sind 0,025 mA oder 0,000 025 A. Legt man einen Widerstand an die Spannung 1 V, so ist die Stärke des durch ihn fließenden Stromes dann 0,000 025 A, wenn die Größe des Widerstandes

$$R = \frac{U}{J} = \frac{1}{0{,}000025} = 40.000 \text{ Ohm}$$

beträgt.

Die Größe des dem Instrument vorzuschaltenden Vorwiderstandes ist um den Eigenwiderstand der Spule, in unserem Falle 2500 Ohm, kleiner.

Oben: Abbildung 1 — Unten: Abbildung 2



[1]) Zur Anzeige von Brandbomben waren in den einzelnen Räumen lichtempfindliche Selenzellen angebracht, die über zweiadrige Leitungen mit einem zentralen Anzeigegerät verbunden waren. Ueber einen Umschalter lagen sämtliche Zuleitungen parallel an einem hochempfindlichen Meßinstrument. Der durch den Lichtschein der Brandbomben entstehende Strom wurde angezeigt und durch Verstellen des Umschalters die stromführende Leitung herausgesucht.

[2]) $P = C . B . w . J$

[3]) Der Widerstand R setzt sich aus dem Vorwiderstand und dem Eigenwiderstand der Spule zusammen.

Rv = 40.000 — 2500 = 37.500 Ohm. Aus der Größe des erforderlichen Widerstandes (nicht Vorwiderstandes) bei 1 V 40.000 Ohm oder kurz mit 40.000 Ohm/Volt bezeichnet, läßt sich der Vorwiderstand für jeden beliebigen Spannungsbereich leicht errechnen.

Beim Bereich 250 V beträgt der gesamte Widerstand 250 V × 40.000 Ohm/Volt = 10,000.000 Ohm oder 10 MOhm. Der Vorwiderstand ist wieder um den inneren Widerstand des Instrumentes (Spulenwiderstand) kleiner.

10,000.000 — 2500 = 9,997.500 Ohm. Praktisch wird der Spulenwiderstand vernachlässigt und der Vorwiderstand gleich 10 MOhm gemacht. Der dadurch entstehende Fehler beträgt 0,025%, also wesentlich weniger als die Anzeigegenauigkeit des Meßwerkes (2%).

Meßfehler bei Spannungsmessungen durch Belastung d. Spannungsquelle.

Da das Drehspulmeßwerk seiner Natur nach ein Strommeßgerät ist, wird es die Spannungsquelle mit der Meßstromstärke belasten. Bei den handelsüblichen Vielfachmeßgeräten, wie Multavi II, Multizet, Normameter, beträgt der Meßstrom bei Vollausschlag 3 bzw. 1 mA, das entspricht 333 bzw. 1000 Ohm/Volt. Bei Dreheisenmeßwerken beträgt die Meßstromstärke 20—50 mA, also 50—20 Ohm/Volt.

Bei der Spannungsmessung eines Akkus spielt der Meßstrom praktisch keine Rolle. Anders liegen die Verhältnisse beim Messen von Schirmgitter- und Gitterspannungen. Die Schirmgitterspannung wird durch den Spannungsabfall des Schirmgitterstromes (einige Milli-A) am Schirmgitterwiderstand auf den richtigen Wert herabgesetzt. Bei der Messung der Schirmgitterspannung fließt nun außerdem der Meßstrom (1—3 mA) über den Schirmgitterwiderstand u. da er in der gleichen Größenordnung wie der Schirmgitterstrom liegt, erhöht sich der Spannungsabfall beträchtlich. Man erhält ganz falsche Meßergebnisse. Zur Messung dieser Spannungen muß man daher Meßinstrumente verwenden, die nur ganz kleine Meßströme brauchen (Röhrenvoltmeter usw.). Solche Meßinstrumente nennt man auch hochohmige oder Geräte mit hohem Innenwiderstand. Der geringe Stromverbrauch des im Brandbombenmeldegerät eingebauten Meßwerkes (0,025 mA) macht dieses Gerät für viele Zwecke einem Röhrenvoltmeter gleichwertig.

Erweiterung der Strommeßbereiche und Berechnung der Nebenwiderstände.

Zur Erweiterung des Strommeßbereiches schaltet man parallel zum Instrument einen niederohmigen Nebenwiderstand. Der Strom verzweigt sich, ein Teil fließt über das Instrument, der andere Teil über den Nebenwiderstand. Beträgt der Nebenwiderstand $^1/_9$ des Spulenwiderstandes, also 2500/9 = 277 Ohm, so fließen, da sich die Widerstände 2500 : 277 wie 9 : 1 verhalten, $^9/_{10}$ des Stromes durch den Meßwiderstand und $^1/_{10}$ durch die Instrumentenspule. Der Meßbereich erweitert sich daher auf das 10fache, also auf 250 µA. Soll der Meßbereich auf 250 mA erweitert werden, d. i. das 10.000fache, so muß die Größe des Vorwiderstandes $^1/_{9999}$ des Spulenwiderstandes betragen. 2500 : 999 = 0,25 Ohm.

Die Messung v. Wechselspannungen.

Wenn wir durch die Spule eines Drehspulmeßwerkes Wechselstrom schicken, so müßte der Zeiger infolge der wechselnden Stromrichtung dauernd pendeln. Da sich bei 50-periodigem Wechselstrom die Stromrichtung hundertmal in der Sekunde ändert, verhindert die Trägheit des Systems das Pendeln, der Zeiger bleibt auf der Nullmarke. Will man das Gerät zur Wechselstrommessung verwenden, so muß man einen kleinen Meßgleichrichter (Selengleichrichter) vorschalten. Durch die gekrümmte Gleichrichterkennlinie ist die Skaleneinteilung nicht mehr gleichmäßig. Es muß daher eine zweite Skala angebracht werden. Ebenso ergeben sich bei der Berechnung der Vorwiderstände andere Gesichtspunkte.

Die Messung von Widerständen.

Legen wir über einen Vorwiderstand ein Meßinstrument an Spannung, so mißt das Instrument die Stärke des fließenden Stromes. Den Vorwiderstand wählt man so groß, daß der Zeiger gerade auf Endausschlag zu stehen kommt. Bei 40.000 Ohm/Volt und 1,25 V Batteriespannung muß er 40.000 × 1,2 = 50.000 Ohm = 50 kOhm haben.

Wenn man nun in den Stromkreis einen zweiten, gleich großen Widerstand schaltet (man hat dadurch den gesamten Widerstand verdoppelt), fließt nur mehr ein halb so großer Strom. Der Zeiger steht daher in der Mitte der Skala. Schaltet man statt 50 kOhm 100 kOhm zu, so geht der Ausschlag auf ein Drittel des Endwertes zurück. Das Zurückgehen des Zeigerausschlages ist somit ein Maß für die Größe des zugeschalteten Widerstandes. Zur Widerstandsmessung ist daher eine dritte Skala, die entgegen den beiden anderen verläuft, anzubringen.

Erhöht man durch Nebenwiderstände den Strommeßbereich des Instrumentes, so verringert sich der Wert des erforderlichen Vorwiderstandes. Man erhält verschiedene Widerstandsmeßbereiche.

Durch das Altern geht die Spannung der Batterie vor allem bei den Niederohmbereichen zurück. Um eine exakte Messung durchführen zu können, wird durch Drücken eines Tasters, der die Buchsen zum Anschluß des zu messenden Widerstandes kurzschließt, der Widerstand null eingeschaltet und mit Hilfe des im Instrumentenkreis befindlichen Potentiometers der Zeiger auf den Nullpunkt der Ohmskala eingestellt.

Der Bau des Meßgerätes.

Zum Bau des Meßgerätes sind erforderlich:

1 Brandbombenmeldegerät, bestehd. aus einem Holzgehäuse mit Pertinax-Frontplatte, einem Drehspul-Mikroamperemeter 25 µA, einem Vielfachumschalter mit 20 Kontakten, einem Druckknopftaster, einer Klemmleiste
1 Sirutor oder Westecktor
1 Potentiometer 2-5000 Ohm $^1/_2$ W
8 Buchsen für Bananenstecker
1 Zelle einer Taschenlampenbatt.
1 Kondensator 0,5 µF 1200 V
1 Kondensator 30 pF induktionsfrei 1200 V
14 Vorwiderstände (Schichtwiderst.)
5 Nebenwiderstände aus Widerst.-Draht gewickelt (R 15 bis R 18)

Widerstand

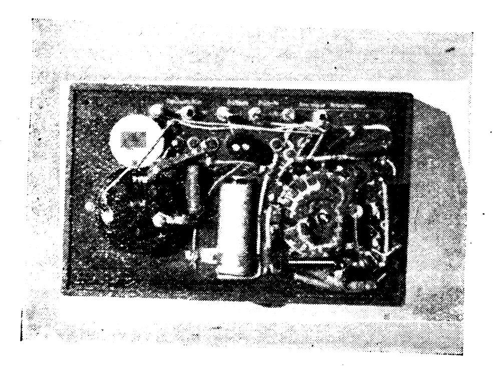
1	20 MOhm	$^1/_4$ Watt
2	12 MOhm	$^1/_4$ Watt
3	1 MOhm	$^1/_4$ Watt
4	90 kOhm	$^1/_4$ Watt
5	5 kOhm	$^1/_4$ Watt
7	30 kOhm	$^1/_4$ Watt
8	600 kOhm	$^1/_4$ Watt
9	9 MOhm	$^1/_4$ Watt
10	50 kOhm	$^1/_4$ Watt
11	5 Ohm	$^1/_2$ Watt
12	50 Ohm	$^1/_4$ Watt
13	500 Ohm	$^1/_4$ Watt
14	5 kOhm	$^1/_4$ Watt
15	0,225 Ohm	Draht ø 1,5 mm
15a	0,025 Ohm	Draht ø 0,25 mm
16	0,225 Ohm	Draht ø 0,1 mm
17	2,25 Ohm	D ø 0,1 od. dünner
18	22,5 Ohm	D ø 0,1 od. dünner
22	150 kOhm	$^1/_4$ Watt

Gehäuse und Frontplatte verwenden wir so, wie sie sind. Die Nieten des weißen Schildes werden ausgebohrt, die Bereichsskala mit schwarzer Tusche auf die unbeschriftete Rückseite gezeichnet. Nachdem das Schild in der Mitte durchbohrt ist, wird es unter der *Befestigungs-*

schraube des Umschalters festgeklemmt. An der unteren Kante der Frontplatte werden die Löcher für die Buchsen gebohrt und diese eingeschraubt. Nach Anbringen des Potentiometers unterhalb des Meßinstrumentes wird der Schalter umgebaut. Der Schleifer wird abgenommen. Bevor der eine Kontakt der Schleifergruppe abgetrennt wird (siehe Bild 3), bohren wir durch die seitlich herausstehende Lötfahne und durch den Isolierkörper ein 1-mm-Loch und sichern durch Vernieten mit einem kleinen Stückchen Kupferdraht den Kontakt gegen Verdrehung. Erst jetzt werden die Verbindungen durch vorsichtiges Durchsägen mit einer Laubsäge getrennt. Die vier mittleren Kontaktfedern werden hochgebogen. Mit einer Dreikantfeile feilt man die fehlenden Kerben für die Raste ein.

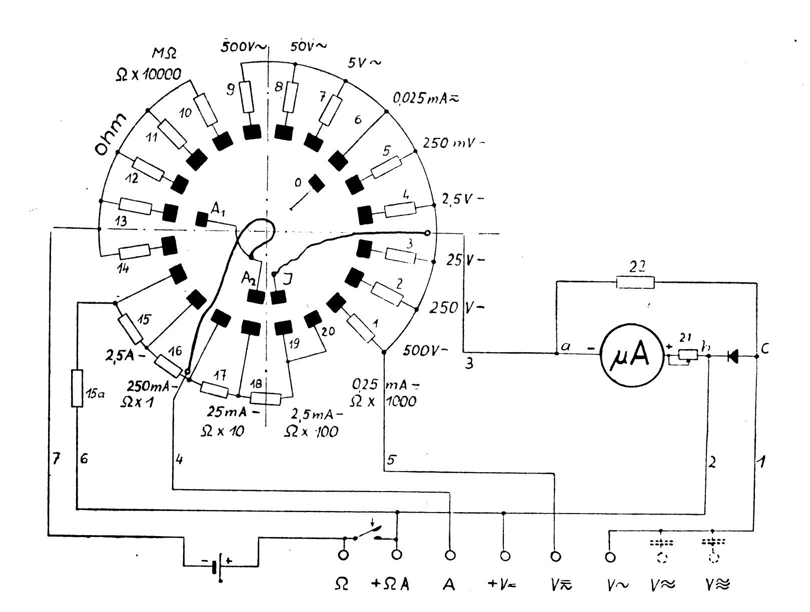
Die Batterie, eine Zelle einer normalen Taschenlampenbatterie, wird mit einer Schelle zwischen Instrument und Umschalter angeschraubt. Die Anschlüsse der Batterie legen wir an die mit + und — bezeichneten Klemmen der Klemmleiste. Unter Ausnützung der restlichen Klemmen werden die erforderlichen Verbindungen nach Bild 4 verlegt und zuletzt die Widerstände eingelötet.

Das Meßinstrument liegt mit dem Minuspol am Abnehmer J, der den gewünschten Bereich einstellt. Der andere Pol des Meßinstrumentes führt über das Regelpotentiometer — das bei Strom- und Spannungsmessungen auf null stehen muß — einmal zu den Klemmen +V und +A, Ohm. Es würde natürlich auch eine Buchse genügen, doch ist die gewählte Anordnung übersichtlicher. Ein zweiter Weg führt über den Gleichrichter (Sirutor) zu der Klemme V~. Um bei der Messung an Röhrenstufen den Gleichstromanteil vom Instrument abzuhalten, sind noch zwei über Kondensatoren führende Anschlußbuchsen vorgesehen. 0,5 µF für Tonfrequenz, 30 pF (induktionsfrei) für Hochfrequenz. Parallel zum Instrument und Gleichrichter liegt ein Widerstand von 150 kOhm, der verhindert, daß die Spannung am Gleichrichter zu hoch wird. Bei der Einweggleichrichtung tritt während der Sperrperiode kein Stromfluß auf. Es entsteht daher auch in den Vorwiderständen kein Spannungsabfall. Die volle angelegte Spannung würde daher am Gleichrichter liegen und diesen beschädigen.



Unten: Abbildung 3

Nebenstehend: Abbildung 4



Die am Umschalter liegenden Widerstände gliedern sich in drei Gruppen. Erstens die Vorwiderstände für die Spannungsmessung: Widerstand 1—9. Um die erforderliche Meßgenauigkeit zu erzielen, sind Widerstände mit 1% Toleranz zu verwenden oder aus einer größeren Anzahl Widerstände mit dem genauen Wert auszusuchen. Die Widerstände 1—4 sind abweichend von den berechneten, da in diesen Stellungen eine Parallelschaltung durch die Brücke A_1—A_2 erfolgt. In Stellung 6 liegt das Instrument direkt an den Meßbuchsen (Strommeßbereich 0,025 mA, Spannungsmeßbereich 62,5 mV). Bei Wechselspannungsmessung verringert sich die Empfindlichkeit durch die Reizschwelle des Gleichrichters auf 200—400 mV je nach dem verwendeten Gleichrichter.

Die zweite Gruppe sind die Vorwiderstände zur Ohmmessung: Widerstand 10—14. Ueber die Genauigkeit gilt ebenfalls das oben Gesagte. Die dritte Gruppe: Widerstand 15 bis 18, sind die Nebenwiderstände zur Strombereichserweiterung. Sie werden aus isoliertem Widerstandsdraht gewickelt und im Instrument abgeglichen. Nach Fertigstellung und grober Vorbestimmung m. einem Ohmmeter werden alle Vorwiderstände eingebaut. Dann wird das Instrument mit einem genau zeigenden Vergleichsgerät und einem Regelwiderstand zur Strombegrenzung in Serie an Spannung gelegt. Der Nebenwiderstand wird so lange verändert, bis beide Instrumente den gleichen Ausschlag zeigen. Vor dem Abtrennen des Nebenwiderstandes muß die Spannungsquelle abgeschaltet werden, da sonst der gesamte Strom über das Instrument fließt und dieses beschädigt. Um zu vermeiden, daß d. Spannungsabfall an dem veränderlichen Uebergangswiderstand d. Schleifkontaktes A_2 in die Messung eingeht und das Meßresultat fälscht, wurde das Instrument an eine eigene Schleifbürste gelegt. Der folgende Nebenwiderstand wirkt daher als Vorwiderstand.

Eichung der Wechselspannungs- und Ohm-Skala.

Die Wechselstrom-Skala wird durch Vergleich mit einem gut zeigenden Meßinstrument festgelegt. Ein Potentiometer (10...20 kOhm 2...4 Watt) wird an Netzspannung gelegt. Am Schleifer kann dann eine veränderliche Spannung abgenommen werden. Man stellt am Vergleichsinstrument die Spannung von 5 zu 5 Volt ein und liest den Ausschlag auf der Gleichstrom-Skala ab. An dieser Stelle ist nachträglich der entsprechende Teilstrich der Wechselstrom-Skala anzubringen.

Der Nullpunkt der Ohm-Skala ist frei wählbar, da man durch das Potentiometer auf jeden beliebigen Punkt einstellen kann. Um auch mit schwachen Batterien auszukommen und für die Vorwiderstände übliche Werte zu erhalten, verlegen wir den Nullpunkt zum Teilstrich 22,5. An dieser Stelle wird die Ohm-Skala mit 0 beziffert. Beim halben Ausschlag (d. i. bei Teilstrich 11,25) ist, entsprechend dem halben Vorwiderstand, 0,25 Ohm einzutragen. Beim Viertelausschlag (Teilstrich 5,625) 0,125 Ohm usw. Zweckmäßig zeichnet man sich die Instrument-Skala in vergrößertem Maßstab auf, trägt die Ohmwerte ein und überträgt dann auf das Instrument nur die notwendigen Punkte.

Will man das Oeffnen des Instrumentes vermeiden, da dabei leicht das empfindliche Meßwerk beschädigt wird, so kann man sich auch Umwertekurven zeichnen.

Daten und Sockelschaltungen aller E-Röhren, 3. Teil

Sockelschaltbilder siehe Heft 10/47, Seite 226

Viele unserer Leser haben den Wunsch nach einer genauen und übersichtlichen Zusammenstellung aller gebräuchlichen Rundfunkröhren geäußert. Unsere Röhrenkartei erfüllt nun diesen Wunsch umfassend, hat natürlich aber den Nachteil, eine gewisse Zeit zu beanspruchen, um mit allen Röhrentypen durchzukommen. Wir haben uns daher entschlossen, neben der Röhrenkartei Uebersichten aller gebräuchlichen Empfängerröhren zu bringen und begannen dementsprechend in Heft 4/5 mit der A-Serie.

Röhre	Heizung			Verwendung	Betriebsdaten													Max.-Werte					Sockeldaten									Sockel-Nr.	Röhre
	Art	Spann. Uh V	Strom Jh A		Anoden-spannung UA (*Ub) V	Anoden-strom JA (*JL) mA	Spannung an G1 Ug1 (*UG4) V	Schirmg.-Spannung Ug2 (*Ug2+4) V	Schirmg.-Strom Ig2 (*Ig2+6)	Bremsg.-Spannung Ug3 (*Ug3+5) V	Steilheit S (*Se) mA/V	Durchgriff D (*D2) %	Innen-widerst. Ri KΩ	Außen-widerst. Ra (*Ra) KΩ	Kathoden-widerst. Rk KΩ	Schirmg.-Widerst. Rg2 (*Rgu) KΩ	Sprech-leistung N W	Betriebs-spannung Ub (*UL) V	Schirmg.-Spannung Ug2 (*Ug3+5) V	Anoden-verlustl. Na W	Schirmg.-Belastung NG2 (*Ng3+5) W	Gitter-widerst. Rg1 (*Rg3) MΩ	1	2	3	4	5	6	7	8	9 Kappe		
EL 51	ind	6,3	1,9	AB	500 —	2×90 2×111	—22 —27,5	500 500	2×12 2×25	—	—	—	—	4,8 4,8	0,1	—	67,5	—	—	—	—	—	—	F	F	K G3	—	G1	G2	—	A	1	EL 51
EM 1	ind	6,3	0,2	MA	250	0,02- 0,08	—	—	—	—	—	—	2000	—	0,13*	—	—	200÷ 250*	—	—	—	2,5	—	F	F	K+ GL	—	G1	L	A	—	1	EM 1
EM 3	ind	6,3	0,2	MA WVR	250	0,22	0 —21	—	—	—	—	—	—	—	0,3*	—	—	150÷ 250*	—	—	—	3	—	F	F	K+ GL	—	G1	L	A	—	1	EM 3
EM 4	ind	6,3	0,2	MA	250	— —	I 0; -5 II 0; -16	—	—	—	—	—	—	1000 1000	0,75 —	—	—	275 90-275*	—	—	—	3 —	—	F	F	K+ GL	A2	G	L	A1	--	1	EM 4
EM 11	ind	6,3	0,2	MA	250	0,12-; 0,07 0,25; 0,1	I 0; -4 II 0; -20	—	—	—	—	—	—	1000 1000	0,46* —	—	—	300 90-250*	—	—	—	3 —	A1 St1	—	F	F	L	K G1	G1	AII StII	—	2	EM 11
EZ 1	ind	6,3	0,5	Z	2×250	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	F	F	K	A1	—	—	A2	—	1	EZ 1
EZ 2	ind	6,3	0,4	Z	2×300	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	F	F	K	A1	—	—	A2	—	1	EZ 2
EZ 3	ind	6,3	0,65	Z	2×300 2×400	100 60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	F	F	K	A1	—	—	A2	—	1	EZ 3
EZ 4	ind	6,3	0,9	Z	2×400 2×300	150 175	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	F	F	K	A1	—	—	A2	—	1	EZ 4
EZ 11	ind	6,3	0,29	Z	2×250	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A1	—	F	F	—	M	K	A2	—	2	EZ 11
EZ 12	ind	6,3	0,85	Z	2×500 2×400	100 125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A1	—	F	F	—	—	K	A2	—	2	EZ 12

GROSS-SUPER 1147/2 “Zauberflöte“

Wir bringen unseren Lesern die Bauanleitung eines 6-Röhren 7-Kreis-Großsupers, der mit erhältlichen Teilen gebaut wurde. Teil I bringt die technische Beschreibung, Teil II, der in Heft 12/47 erscheint, behandelt den genauen mechanischen Aufbau und die Herstellung der Einzelteile. Die am Ende des I. Teiles abgedruckte Stückliste soll dem Bastler ermöglichen, sich schon jetzt die zum Bau erforderlichen Einzelteile zu beschaffen.

Einen Großsuper heutzutage selbst bauen? Wäre schon schön, aber woher das dazu nötige Material nehmen? Da fängt das Dilemma beim Drehko an, von den Röhren ganz abgesehen, und hört bei den Elkos auf. Darum haben wir dieser Bauanleitung nicht das Motto „man nehme“, sondern das Motto „man bekommt zu kaufen“ vorangestellt. Wir zogen los und fanden so allerhand Dinge, mit denen man normalerweise nicht viel anfangen kann und die daher zu bekommen sind. RL 12 P 35 mit Sockel, RL 12 T 2, der Sockel ist derselbe wie der der RV 12 P 2000, also massenweise zu bekommen, Eisenkerne, Topfkerne, Lautsprecher, Anpassungstrafo, Dreigangdrehkos aus Wehrmachtsrestbeständen, allerdings nur mit 240 pF je System, und das verschiedenste Kleinzeug. Zu Hause drehten wir noch die Schrottkiste um. Einige Trafobleche, Draht, Buchsen und Pertinaxabfälle fielen heraus. Aus diesen Schätzen bauten wir dann den Super. Und was uns dabei fehlte, wurde, wenn es irgendwie möglich war, selbst hergestellt. Oft mußten wir vom herkömmlichen Wege abweichen. Viel Mühe kostet es, jedes Bandfilter, jede Spule selbst zu basteln. Aber es hat sich gelohnt. Sehr zum Neid unserer Nachbarn bringt unser Super bei Tag, unter Verachtung d. Unterspannung, mit einem kurzen Stück Draht als Antenne die fernsten Fernsender. Bild 1 zeigt „ihn“, Bild 2 das Chassis. Und nun sein Steckbrief:

Siebenkreis-Sechsröhren-Super für Wechselstrom.

Wellenbereiche: 2 gespreizte Mittelwellenbereiche (200—400, 400—600 m), 2 gespreizte Kurzwellenbereiche (20—40, 40—65 m).

Zwischenfrequenz: 128 kHz.

Röhrenbestückung: Drei RL 12 P 35, zwei RV 12 P 2000 (oder RV 12 P 2001), eine davon, die erste NF-Stufe, kann auch mit einer RL 12 T 2 bestückt werden, zwei RL 12 T 2.

Zweikreisiges Eingangsbandfilter, Dreigang-Drehkondensator, zwei ZF-Bandfilter. Bei Kurzwellen einfacher Vorkreis.

Automatischer Schwundausgleich 1 zu 1 000 000. Auf Misch- u. ZF-Stufe, bei Kurzwellen nur auf ZF-Stufe wirksam.

Widerstandsgekoppelte Endstufe mit Gegenkoppelung. Spezial-Gegenkoppelungsschaltung, wirkt gleichzeitig als 9-kHz-Sparre und dient außerdem zur Klangfarbenregelung.

Permanentdynamischer Lautsprecher. Anschluß für zweiten Lautsprecher und Tonabnehmer.

Abmessungen mit Holzgehäuse 56×35×28 cm.

Bild 3 zeigt die Schaltung. Fangen wir dort an, wo uns die Musik fein säuberlich auf den Träger gepackt geliefert wird, beim Antenneneingang. Die ankommende Energie verzweigt sich. Ein Teil geht über die Drossel 1 zu den beiden Mittelwellen-Antennenspulen. Der andere Teil geht über die Drossel 2 und den 5-pF-Kondensator (einen kleinen, durch Verdrillen zweier Drähte hergestellten Kondensator) zum Gitter der Mischröhre. Der Resonanzpunkt des Zweiges 1 liegt über, der des

Abbildung 1

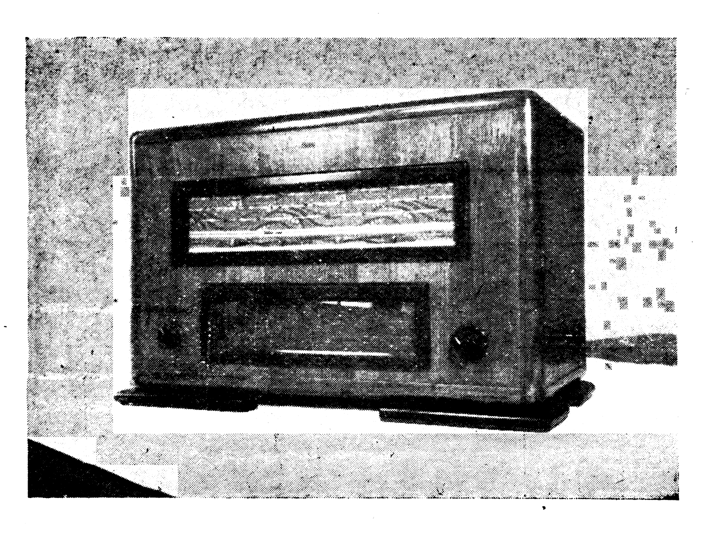
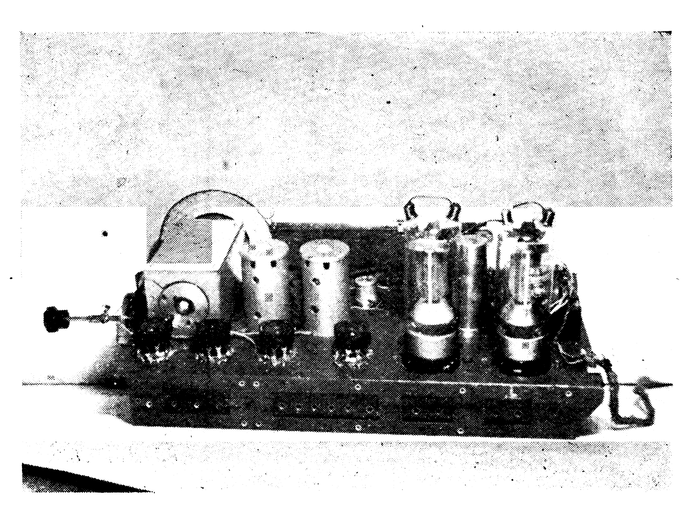




Abbildung 2



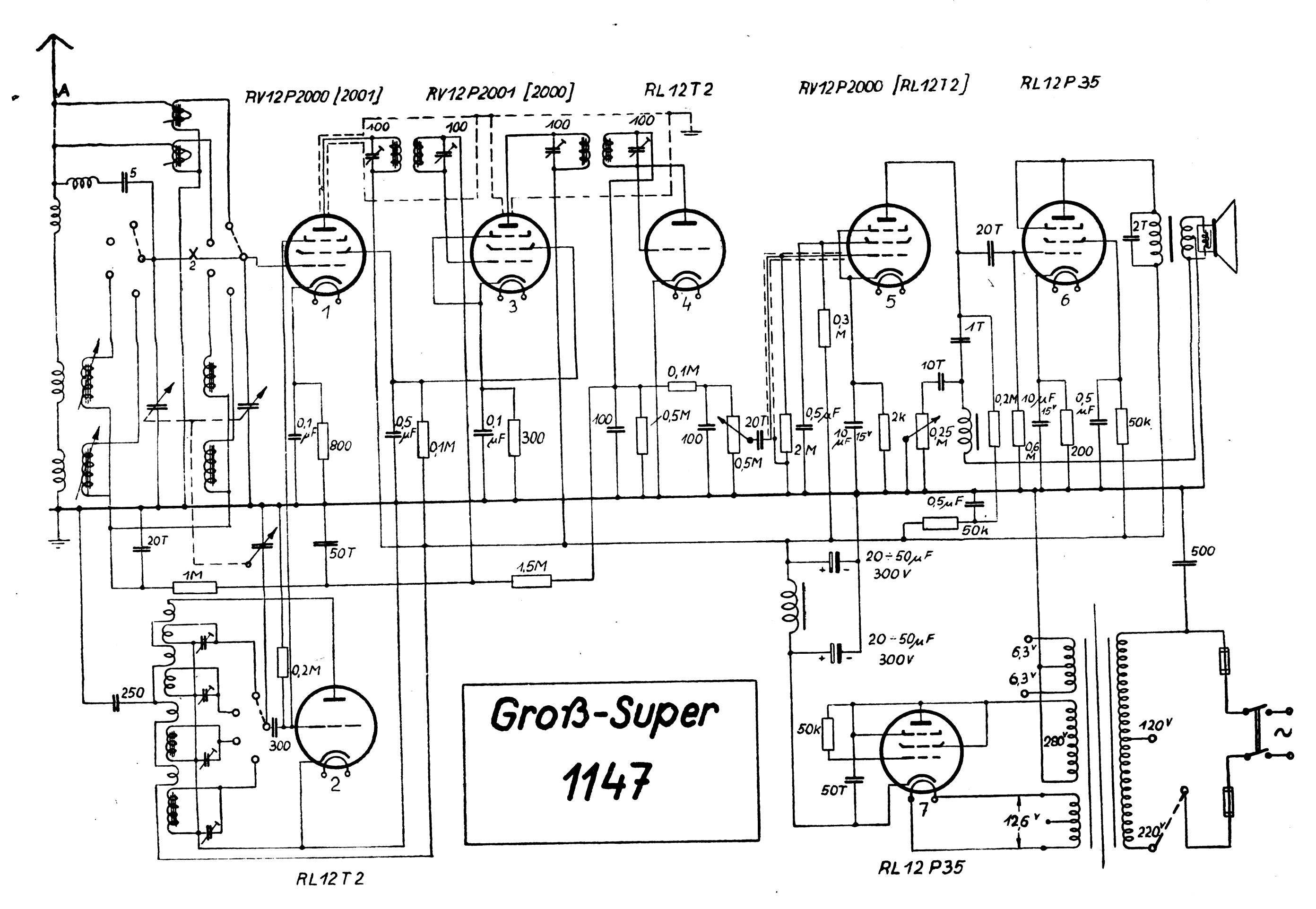


Abbildung 3

Zweiges 2 unter dem Mittelwellenband. Durch diese besondere Schaltung wird eine gleichmäßige Empfindlichkeit über den gesamten Mittelwellenbändern erreicht. Zwei Mittelwellenbereiche? Infolge der geringen Kapazität des zur Verfügung stehenden Drehkos (240 cm) muß das Mittelwellenband auf zwei Bereiche aufgeteilt werden. Dem Nachteil, daß man beim Absuchen des Mittelwellenbandes einmal den Wellenbereich umschalten muß, steht der Vorteil eines weit auseinandergezogenen und daher leicht einzustellenden Stationsbandes gegenüber. Machen wir eben aus der Not eine Tugend, betonen wir den Vorteil und sagen wir mit Stolz Super mit vier gespreizten Bändern. Bei den zwei Kurzwellenbereichen mit ihren ganz scharfen Resonanzpunkten wirkt sich die Bandspreizung besonders vorteilhaft aus. Die Ankoppelung bei Kurzwellen geschieht über die beiden KW-Spulen direkt an das Gitter der Mischstufe. Der erste abstimmbare Kreis ist beim Empfang im KW-Bereich außer Betrieb. Als Mischstufe wird eine RV 12 P 2000 oder P 2001 verwendet.

Eine Pentode kann sowohl zur additiven als auch zur multiplikativen Mischung verwendet werden. Während bei der additiven Mischung die ZF durch die Gleichrichterwirkung einer gekrümmten Kennlinie entsteht — die HF- und die Oszillatorspannung werden dabei als Summenspannung gemeinsam an e i n Gitter gelegt —, entsteht die ZF bei der multiplikativen Mischung durch die Doppelsteuerung einer Röhre an z w e i durch ein Schirmgitter getrennter Gitter. Die bei vorliegender Schaltung angewendete multiplikative Mischung bietet den Vorteil der Entkoppelung zwischen Eingangs- und Oszillatorkreis, ist unabhängig von der Oszillatorspannung oberhalb eines Sättigungswertes und hat, da das HF-Gitter im linearen Kennlinienbereich arbeitet, bessere Oberwellenfreiheit. Der verhältnismäßig hohe Kathodenwiderstand stellt also die erforderliche negative Gittervorspannung ein. Die Schirmgitterspannungsversorgung erfolgt gemeinsam mit der zweiten Stufe über einen 100-kOhm-Widerstand, der die vom Netzteil kommende Spannung auf den höchstzulässigen Wert von 90 V herabsetzt. Ein Erhöhen der Schirmgitterspannung hätte ein Ueberschreiten des zulässigen Kathodenstromes (4 mA) zur Folge. Um die Röhrensteilheit durch die Oszillatorspannung in einem möglichst großem Bereich durchzusteuern, ist ein kräftiger Oszillator erforderlich. Die mit einer Triode der Type RL 12 T 2 bestückte Oszillatorstufe weist die normale Rückkoppelungsschaltung auf. Da sich bei den beiden KW-Stellungen des Umschalters die im Anodenkreis liegenden Spulen der Mittelwellenbereiche ungünstig auswirkten, wurde mit einem 250-pF-Kondensator ein hochfrequenzmäßiger Nebenschluß hergestellt, welcher sich am Normalwellenbereich nicht störend bemerkbar macht. An dem Gitterableitwiderstand von 200 kOhm, über welchen nicht nur der Gitterstrom der Oszillatorröhre, sondern auch der Gitterstrom des zweiten Steuergitters der Mischröhre fließt, wird die für das zweite Steuergitter notwendige Vorspannung von — 35 Volt erzeugt.

Die beiden Bandfilter, sowie die ZF-Stufe sind vollkommen normal geschaltet und weisen keinerlei Be-

sonderheiten auf. Da durch die Verwendung eines Dreigangdrehkos und damit auch durch das Eingangsbandfilter eine gute Eingangs-Selektivität gewährleistet ist, kann die ZF mit 128 kHz festgelegt werden. Die niedere ZF ergibt einen leichteren Aufbau des ZF-Verstärkers, einen besseren Verstärkungsfaktor und erleichtert vor allem die Einstellung des Gleichlaufes. Durch die *Wahl kleiner* Kapazitäten sind die Kreise sehr dämpfungsarm.

Zur Demodulation wird eine als Diode geschaltete RL 12 T 2 verwendet. Auch diese Stufe zeigt normale Dimensionen der einzelnen Elemente. Der Schwundausgleich wirkt auf die ZF-Stufe und in den beiden Mittelwellenbereichstellungen auch auf die Mischstufe. Vom Lautstärkeregelpotentiometer wird die NF-Spannung dem Gitter d. ersten NF-Stufe, einer RV 12 P 2000, zugeführt. Statt der P 2000 kann auch eine RL 12 T 2 verwendet werden. Schirmgitterwiderstand und 0,1-uF-Kondensator fallen dann selbstverständlich weg. Die zur Sekundärwicklung des Ausgangstransformators führende Gegenkopplungsschaltung (Potentiometer 0,25 MOhm, Kondensator 10.000 pF, Kondensator 1000 pF und Drossel) wirkt nicht nur als Gegenkopplung, sondern auch als 9-kHz-Sperre und dient außerdem zur Einstellung der Tonfärbung. Der Weg über die Drossel und die halbe Sekundärwicklung zur Masse bildet für die um 9 kHz gelegenen Frequenzen einen geringen Widerstand, so daß diese normalerweise besonders günstig verstärkte Frequenz abgeschwächt wird. Die in der Trafosekundärwicklung induzierte Spannung wird über einen 1000-pF-Block an den Anodenkreis der ersten NF-Stufe und damit an den Gitterkreis der Endstufe geführt. Durch die Wahl der Elemente werden die tiefen Frequenzen angehoben. Ein über ein Potentiometer regelbarer Nebenschluß dient zur Einstellung d. gewünschten Tonfärbung.

Und nun zur Endstufe. Man könnte direkt Mitleid mit dem Lautsprecher bekommen, wenn man die große Röhre sieht. Aber nicht die 35 Watt Anodenverlustleistung, bis zu der die Röhre belasten kann, waren für die Wahl dieser Type ausschlaggebend, sondern die Tatsache, daß man sie überall zu einem verhältnismäßig geringen Preis kaufen kann. In normalen Zeiten würde niemand auf den Gedanken kommen, eine Endstufe mit 35 Watt Anodenverlustleistung einzubauen und diese nur mit einem kleinen Teil ihrer Leistungsfähigkeit zu belasten. Nicht weil damit technisch irgend welche Nachteile in Kauf genommen werden müssen, sondern lediglich aus wirtschaftlichen Ueberlegungen. In normalen Zeiten ist eine Röhre mit 35 Watt Anodenverlustleistung wesentlich teurer als eine normale Endröhre, wie z. B. die AL 4. Heute liegen die Preise allerdings umgekehrt. Eine Schwierigkeit war dabei allerdings zu überwinden. Die normale Anodenbetriebsspannung der RL 12 P 35 beträgt 800 V. Setzt man die Anodenspannung herunter (250—300 V), so steigt der Schirmgitterstrom, bedingt durch die Konstruktion der Röhre, sehr stark an und führt unter Umständen zum Aufglühen des Schirmgitters. Die Rücksicht auf die zur Verfügung stehenden Elkos begrenzt aber entscheidend die Höhe der zur Verfügung stehenden Anodenspannung. Durch die Wahl eines 50-kOhm-Schirmgitterwiderstandes wurde jedoch eine allen Anforderungen gerechte Lösung erreicht. Die abgegebene Ausgangsleistung liegt dabei immer noch über dem Maße, welches der Lautsprecher höchstens umsetzen kann.

Als Gleichrichterröhre wurde ebenfalls aus rein wirtschaftlichen Ueberlegungen eine RL 12 P 35 verwendet. Sämtliche Gitter sind mit der Anode verbunden. Um eine zu hohe Strombelastung des Steuergitters zu unterbinden, ist dieses über einen 50-kOhm-Widerstand an die Anode gelegt.

Fortsetzung folgt.

Stückliste Groß-Super 1147.

2 Röhren RL 12 P 35
2 Röhren RL 12 T 2
3 Röhren RV 12 P 2000 (oder 2001)
7 Röhrenfassungen dazu
1 Lautsprecher mit Ausgangsübertrager 4 Watt
1 Netztransformator 110, 220/280. 2× 12,6 V — 50 Watt
1 Netzdrossel 300 Ohm
1 Wellenschalter 4×3 Kontakte
1 Dreifach-Drehkondensator 3×240 pF
1 Blech für Chassis 32×45 cm
1 Blech für Skala 32×10 cm
1 Anschlußkabel mit Netzstecker
1 Doppel-Elektrolytkondensator 2×16 uF / 300 V Betr.-Sp.
2 Kondensatoren 0,1 uF 30 V Btr.-Sp.
2 Niedervolt-Elkos 10 uF 15 V
1 Hescho-Kondensator 250 pF
1 Hescho-Kondensator 350 pF
4 Trimmer-Kondensatoren 100 pF
2 Trimmer-Kondensatoren 50 pF
2 Trimmer-Kondensatoren 30 pF
1 Rollblock 10.000 pF
3 Rollblock 20.000 pF
1 Rollblock 50.000 pF
2 Rollblock 100 pF
1 Rollblock 0,05 pF 3000 V Prüfsp.
1 Rollblock 500 pF 3000 V Prüfsp.
2 Widerstände 50 kOhm 2 Watt
1 Widerstand 2 kOhm 1 Watt
1 Widerstand 200 kOhm 1 Watt
1 Widerstand 200 Ohm 1 Watt
1 Widerstand 2 MOhm $^1/_2$ Watt
1 Widerstand 0,6 MOhm $^1/_2$ Watt
1 Widerstand 0,3 MOhm $^1/_2$ Watt
1 Widerstand 0,2 MOhm $^1/_2$ Watt
1 Widerstand 0,5 MOhm $^1/_2$ Watt
1 Widerstand 50 kOhm $^1/_2$ Watt
1 Widerstand 800 Ohm $^1/_2$ Watt
1 Widerstand 300 Ohm $^1/_2$ Watt
1 Widerstand 1,5 MOhm $^1/_4$ Watt
1 Widerstand 1 MOhm $^1/_4$ Watt
1 Potentiometer 0,5 MOhm
1 Potentiometer 0,25 MOhm
1 Holzgehäuse
3 Drehknöpfe klein
1 Drehknopf groß
1 Anschlußleiste mit 6 Steckbuchsen
2 Triebseile mit je 1 Zugfeder
1 Ausschalter, wenn möglich am Potentiometer
Spulen, Drosseln und Bandfilter laut Anleitung.

FÜR DEN BASTLER, TECHNIKER UND AMATEUR

1927 20 Jahre 1947

MARIA JÄGER

VERSAND IN ALLE BUNDESLÄNDER

LINZ AN DER DONAU, BÜRGERSTRASSE 20

Perm. dyn. Lautsprecher

SICKENBERG

Type SiP 1
Zwerglautsprecher, die kleinste, derzeit hergestellte Type S 93.—

Außendurchmesser	92	*mm*
Tiefe	56	*mm*
Schwingspulenimpedanz	2,5	Ohm
Resonanzfrequenz	85	Hertz
Sprechleistung	1,5	Watt
Gewicht	380	*g*

Type SiP 2
für Kleinstgeräte S 93.—

Außendurchmesser	124	*mm*
Tiefe	58	*mm*
Schwingspulenimpedanz	2,5	Ohm
Resonanzfrequenz	80	Hertz
Sprechleistung	2	Watt
Gewicht	400	*g*

Type SiP 4
der 4-Watt-Lautsprecher mit großem Durchmesser S 120.—

Außendurchmesser	230	*mm*
Tiefe	110	*mm*
Schwingspulenimpedanz	2,5	Ohm
Resonanzfrequenz	80	Hertz
Sprechleistung	4	Watt
Gewicht	1450	*g*

Philips-Rheo

Type A 203
für den Kleinsuperbau S 89.—

Außendurchmesser	135	*mm*
Tiefe	69	*mm*
Feldstärke im Luftspalt	4500	Gauß
Schwingspulenimpedanz	2,8	Ohm
Resonanzfrequenz	150	Hertz
Sprechleistung	3	Watt
Gewicht	830	*g*

Type A 221
mittl. Größe, aber größte Sprechl. S 128.50

Außendurchmesser	170	*mm*
Tiefe	115	*mm*
Feldstärke im Luftspalt	7000	Gauß
Schwingspulenimpedanz	2,5	Ohm
Resonanzfrequenz	90	Hertz
Sprechleistung	5	Watt
Gewicht	1530	*g*

Type A 241
zum Einbau in das Spitzengerät S 170.—

Außendurchmesser	216	*mm*
Tiefe	140	*mm*
Feldstärke im Luftspalt	7000	Gauß
Schwingspulenimpedanz	2,5	Ohm
Resonanzfrequenz	60	Hertz
Sprechleistung	8	Watt
Gewicht	1800	*g*

Alka-Radio

Type KLS 201
Leistungsfähiger Kleinlautsprecher mit bester Tonqualität S 95.—

Außendurchmesser	130	*mm*
Tiefe	60	*mm*
Feldstärke im Luftspalt	5800	Gauß
Schwingspulenimpedanz	4	Ohm
Resonanzfrequenz	150	Hertz
Sprechleistung	2	Watt
Gewicht	450	*g*

Type KLS 404
für verwöhnten Geschmack S 129.—

Außendurchmesser	220	*mm*
Tiefe	120	*mm*
Feldstärke im Luftspalt	9000	Gauß
Schwingspulenimpedanz	4	Ohm
Resonanzfrequenz	70	Hertz
Sprechleistung	4	Watt
Gewicht	1550	*g*

Type KLS 406
für höchste Ansprüche S 160.—

Außendurchmesser	220	*mm*
Tiefe	120	*mm*
Feldstärke im Luftspalt	9300	Gauß
Schwingspulenimpedanz	4	Ohm
Resonanzfrequenz	70	Hertz
Sprechleistung	6	Watt
Gewicht	1750	*g*

Schrack-Ericsson

Mittlere Größe und mittelstarke Leistung in Qualitätsausführung S 120.—

Außendurchmesser	165	*mm*
Tiefe	105	*mm*
Schwingspulenimpedanz	5	Ohm
Resonanzfrequenz	85	Hertz
Sprechleistung	2	Watt
Gewicht	1450	*g*

Ausgangstrafo für alle Typen der Kleinlautsprecher lieferbar

Radio-Kassetten

Type „SM" S 143.—
Mit Antrieb und Skala, sowie Rückwand. Entspricht den Anforderungen der selbstbauenden Amateure. Außenmaße 29x15x22 cm. Schräge Längsskala. Feintrieb mittels Seilzug. Außenseite mit glänzendem gemustertem Lacküberzug.

Type Philips-Rheo A 203-11 S 163.—
Mit eingebautem 3-Watt-Lautsprecher. Außenmaße 25x17x13 cm. Vorderwand mit Stoffbespannung. Äußerst gefälliges Aussehen. Mit Anschlußschnur und Stecker. An Stelle eines zweiten Gerätes oder für Amateure zum Selbstbau verwendbar.

Type Philips-Rheo A 221-11 S 252.—
Mit eingebautem 5-Watt-Lautsprecher. Vorderwand mit Stoffbespannung und zwei Querleisten. Die schönste der derzeit am Markt erhältlichen Kassetten. Für den Amateur ergibt sich hier die Einbaumöglichkeit eines Supers. Mit Anschlußschnur und Stecker.

Radio-Skalen

„SM" Kleinsuperpropellerskala
Vierfarbskala mit Feintrieb. 80 *mm* Breite und 110 *mm* Höhe. Drei Wellenbereiche. Besonders geeignet zum Einbau in Selbstbauapparate. Preis ohne Drehknopf. S 23.90

„SM" Flutlichtskala. Das neueste SM Fabrikat. Friedensmäßige Ausführung, 130 *mm* Breite und 60 *mm* Höhe. S 32.50

„Efka" Skala, liegende Form, für Kleinsuper. Drei Wellenbereiche. Mit komplettem Trieb. Schöne und solide Ausführung. S 42.50

Drehkondensatoren:

Dreifach-Drehkondensator. 3x280 pF.
Äußerst präzise Ausführung, für Superbau und dergleichen geeignet. S 73.—

Spulenkerne:

HF-Eisenschraubkerne, 7*mm* Durchmesser, Länge 18,5 *mm*. Geeignet zum Selbstbau von HF-Eisenkernspulen. S 1.45

Wellenfallenspulen:

Mittelwelle. Induktiv regelbar S 8.30

Schichtwiderstände:

(Sämtliche gebräuchlichen Werte) 1/4 Watt (S 1.20), 1/2 Watt (S 1.35), 1 Watt (S 1.65), 2 Watt (S 2.10), 3 Watt (S 2.60), 170 Ohm 6 Watt (S 4.55)

Potentiometer:

Mit kurzer Achse, 5000 Ohm S 5.—
0,1 MOhm S 5.—

Schallplattendauerspielnadeln:

Chromoton-Normal, je Stück S 2.55
Packung zu je 10 Stück S 8.50
Chromoton-Spezial, je 2 Stück in einer Packung, eine mit stärkerer Spitze für laute Wiedergabe, die andere Nadel ist für leichte, tonarme und mittelst. Tonwiedergabe, per Packung S 3.75

Rollblock:

150 pF 1500 V	S	1.40
1000 pF 1500 V	S	1.45
50.000 pF 250 V	S	1.95
50.000 pF 1500 V	S	2.50
50.000 pF 2000 V	S	3.—

Das Weihnachtsgeschenk:

Koffergrammophon S 750.—

Neues Erzeugnis. Gewicht 6.60 kg. Äußerst gute Tonwiedergabe, Präzisionslaufwerk, mechanische Schalldose, Geschwindigkeitsregler, Absteller.

Die Kassette ist versperrbar und mit einem Tragbügel versehen. Da nur eine beschränkte Menge zur Verfügung steht, empfehlen wir einen baldigen Auftrag.

Philips-Kraftverstärker S 2800.—

20 Watt Verstärkung, eingebauter Radio für Ortsempfang, Anschluß für Radio, Mikrophon und Tonarm.

Gegen Einsendung von 50 g in Briefmarken übersenden wir Ihnen unsere neue umfangreiche Preisliste.

Krokodilklemmen:

Vernickelte, solide Ausführung S 1.35

Glimmerkondensatoren:

5, 10, 100 pF — + 10% Toleranz S 2.35

Becherkondensatoren:

2 mF 650 V (kleine Ausführung)	S	15.50
2 mF 500/1500 V	S	18.—
4 mF 500/1500 V	S	27.50
0.1 mF 2500 V	S	8.50
0.5 mF 500/1500 V	S	9.96

Niedervoltelko:

Aluminium-Becher:		
10 mF 12/15 V	S	5.90
10 mF 30/35 V	S	6.80
25 mF 6/8 V	S	5.70
25 mF 30/35 V	S	7.—
100 mF 6/8 V	S	6.50
300 mF 25/30 V	S	18.50
1000 mF 8/10 V	S	21.90
Hartpappeausführung:		
25 mF 12/15 V C. u. N.	S	7.90
25 mF 15/18 V	S	5.80
50 mF 12/15 V C. u. N.	S	8.90

Quecksilberdampfgleichrichter

Auf der Wiener Herbstmesse wurde als Neuheit ein Kinoquecksilberdampfgleichrichter (Patent Ing. Eßlinger angemeldet) gezeigt, der einen weiteren Entwicklungsschritt auf dem Gebiet der Kinogleichrichter darstellt. Wir bringen aus diesem Anlaß unseren Lesern einen grundsätzlichen Beitrag über „Gasgefüllte Gleichrichter.

Wir hören schon viele unserer Leser fragen: „Zählt denn der Quecksilberdampfgleichrichter nicht zum alten Eisen? Warum verwendet man denn zur Speisung der Bogenlampen für Filmvorführungen keinen modernen Vakuumgleichrichter, wie er bei allen Rundfunkgeräten verwendet wird? Man müßte doch auch für diesen Zweck eine entsprechende Vakuumröhre konstruieren können." Ja sicherlich, das wäre schon möglich, aber der verhältnismäßig hohe Innenwiderstand des Vakuumrohres würde einen zu hohen Spannungsabfall und damit einen zu großen Leistungsverlust zur Folge haben. Der Innenwiderstand? Den muß man eben herabsetzen. Nun ja, wir wollen die Verhältnisse erst einmal untersuchen.

Sowohl der Lichtbogen als auch der Strom in der Elektronenröhre verleugnen das Ohmsche Gesetz. Hier gilt nicht, daß einer Spannungszunahme unbedingt auch eine Erhöhung des Stromes folgen muß. Durch das Erhitzen der Kathode treten die Elektronen aus deren Oberfläche aus. Liegt an der gegenüber liegenden Anode eine positive Spannung, so übt sie auf die aus der Kathode austretenden negativen Elektronen eine anziehende Kraftwirkung aus. Die Elektronen werden erst langsam, dann immer schneller werdend, zur Anode fliegen. Dieselben Verhältnisse haben wir, wenn wir z. B. von einem Turm einen Stein hinunterwerfen. Auch dieser wird von der konstanten Schwerkraft (gleichzusetzen mit der konstanten Anodenspannung) angezogen und von der Anfangsgeschwindigkeit 0 allmählich auf seine Endgeschwindigkeit beschleunigt. Als Folge der geringen Anfangsgeschwindigkeit wird die Elektronendichte in d. Umgebung d. Kathode größer sein. Veranschaulichen wir uns das an einem Beispiel: Drehen wir den Hahn einer Wasserleitung nur ganz wenig auf, so daß die Anfangsgeschwindigkeit des Wasserstrahles sehr klein ist und sich fast nur der Einfluß der Schwerkraft bemerkbar macht, so sehen wir deutlich, wie sich, da die einzelnen Wasserteilchen immer schneller werden, der Strahl einschnürt. Am Mundstück befindet sich stets mehr Wasser, der Strahl ist dort breiter als an weiter unten gelegenen Stellen. Doch zurück zu unseren Elektronen! Jedes von ihnen hat eine negative Ladung. Auch sie üben in ihrer Summe, gleich der Anode, auf die neu aus der Kathode austretenden Elektronen eine Kraftwirkung aus. Allerdings eine abstoßende, bremsende, da sich gleiche Pole ja abstoßen. Dadurch erhöht sich die Elektronendichte in der Umgebung der Kathode. Man spricht von einer „Elektronenwolke". Durch diese Elektronenwolke wird aber die Absaugung der weiteren aus der Kathode austretenden Elektronen durch die Anode erschwert. Zur Erzielung eines Anodenstromes, also zur Ueberwindung dieser hemmenden Kräfte der Elektronenwolke, ist eine starke Kraftwirkung der Anode und damit ein großer Spannungsunterschied zwischen Anode und Kathode erforderlich. Von außen gesehen heißt das mit anderen Worten: die Röhre hat einen hohen Innenwiderstand. Die Ursache dieses Widerstandes ist das von den Elektronen hervorgerufene negative elektrische Feld, die sogenannte negative Raumladung. Dieses Feld muß irgendwie unschädlich gemacht werden, denn auf die fliegenden Elektronen, sie sind ja der elektrische Strom, können wir nicht verzichten. Aber wie? Ganz einfach! Wir mischen die Elektronen mit positiv geladenen Ionen, diese verursachen ein positives Feld, welches das negative kompensiert, aufhebt. Von wo werden aber die positiven Ionen hergenommen? Füllt man die Röhre, statt sie luftleer zu machen, mit einem Gas (in der Praxis wird ein Edelgas oder Metalldampf verwendet, um eine Oxydation der Kathode zu verhindern) von geringem Druck, so werden die zur Anode fliegenden Elektronen mit den einzelnen, aus Atomkern und Elektronen bestehenden Gasatomen zusammenstoßen. Ist der Gasdruck in der Röhre gering oder, mit anderen Worten, sind nur verhältnismäßig wenig Gasatome in der Röhre, steht den aus der Kathode austretenden Elektronen genügend Raum zum „Schwungholen" zur Verfügung. Der Zusammenstoß wird entsprechend kräftig. Aus dem Atomverband wird ein Elektron herausgeschlagen. Zu den aus der Kathode austretenden Elektronen kommen also neue Elektronen dazu, die den Elektronenfluß wesentlich verstärken. Während die durch Stoß gewonnenen Elektronen zusammen mit den anderen zur Anode fliegen und eine Erhöhung des Anodenstroms bewirken, wandern die durch den Verlust eines Elektrons positiv geladenen Atomreste (positive Ionen genannt, da in ihnen durch das Fehlen eines oder sogar mehrerer Elektronen die positive Kernladung überwiegt) zur Kathode. Entgegen d. Strom der negativen Elektronen bewegt sich der Strom der positiven Ionen. Die elektrischen Felder beider Ströme entgegengesetzter Ladung heben sich auf. Die Elektronenwolke in Kathodennähe wird durch die positiven Ionen kompensiert. Durch die fehlende Raumladung verkleinert sich der innere Widerstand und man kommt mit einer geringen Anodenspannung aus.

Nun schnell ein paar Zahlen zur Uebersicht. Zur Erzielung der in der Starkstromtechnik üblichen Stromstärken wären bei Verwendung von Vakuumröhren Anodenspannungen von einigen hundert Volt erforderlich. Denken wir nur daran, daß wir beim Prüfen der Gleichrichterröhren im Röhrenprüfgerät, obwohl sie gleichstromseitig durch d. Milliamperemeter kurzgeschlossen sind, etwa 50 Volt Wechselspannung benötigen, um den Nennstrom von 50—100 Milliampere zu erreichen. Bei einer Stromstärke von 100 Ampere und einer Anodenspannung von einigen 100 Volt würde das eine Verlustleistung von

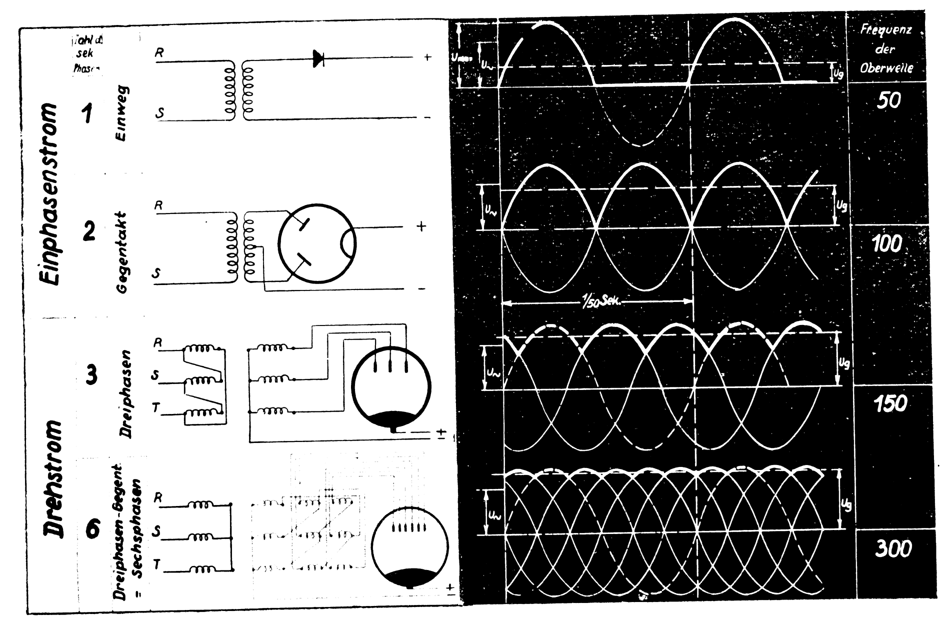


Abbildung 1

einigen 10.000 Watt oder eine Wärme-Entwicklung einer ganz schönen Reihe elektrischer Oefen ergeben. Durch die Gas- oder Metalldampffüllung läßt sich die Brennspannung (so heißt die Anodenspannung bei gasgefüllten Gleichrichtern) bei kleinen und mittleren Anlagen auf 8 bis 20 Volt, bei großen Anlagen mit einigen 1000 Ampere Stromfluß auf 15—30 Volt herabsetzen.

Verwendet man an Stelle der Metalldrahtkathode flüssiges Quecksilber, so ersetzen die beim Betrieb entstehenden Quecksilberdämpfe die Edelgasfüllung. Das Quecksilber befindet sich in der Bodenwanne der tiefsten Stelle des Gleichrichters. Ein in diese hineinragender Leiter stellt dann die Verbindung mit außen her. Da aber nur glühendes Metall Elektronen aussendet (emittiert), wird bei der Inbetriebnahme durch Zünden, das ist durch Funkenbildung an der Oberfläche, eine glühende Stelle, der Kathodenfleck, erzeugt. Bei älteren Anlagen wurde eine Zündelektrode durch Kippen des Gleichrichters in das Quecksilber getaucht. Beim Wiederaufrichten erzeugte der Abreißfunken des kräftigen Kurzschlußstromes den Kathodenfleck. Bei der modernen Kontraktionszündung gebraucht man die Tatsache, daß sich ein stromdurchflossener Quecksilberfaden einschnürt, um unter Funkenbildung abzureißen. (Pat. Ing. Geyer.)

Der einmal erzeugte Kathodenfleck wird durch den Betriebsstrom aufrechterhalten. Um zu vermeiden, daß beim vorübergehenden Abschalten sämtlicher Belastungen oder bei Unterschreitung eines Minimalwertes (zirka 4 bis 5 Ampere) der Kathodenfleck erlischt, bringt man im Gleichrichter eine an kleiner Spannung liegende Hilfsanode an. Diese stellt eine ständig belastete Gleichrichterstrecke dar und hält den Glühfleck auch während Belastungspausen aufrecht.

Doch noch eine Schwierigkeit stellt sich ein. Durch die hohen Stromstärken entsteht so viel Quecksilberdampf, daß der Druck in der Röhre und damit die Zahl der Moleküle im Raum ein kritisches Maß übersteigen. Die Elektronen haben nicht genug freie Wegstrecken, um „in Schwung zu kommen", sie stoßen ja fortwährend mit Quecksilbermolekülen zusammen, die Ionisation unterbleibt. Da die Elektronen wegen der vielen Zusammenstöße nur ganz geringe Geschwindigkeiten erlangen, erreichen sie auch nur langsam die Anode. Es fließt ein sehr geringer, praktisch gar kein Anodenstrom. Das gleiche tritt auf, wenn eine normale Rundfunkröhre durch Lufteintritt taub wird. Durch geeignete Ausbildung der abkühlenden Oberfläche, daher auch die eigentümliche Form (siehe Titelbild), erreicht man, daß sich an d. Kühlfläche immer soviel Quecksilber niederschlägt, daß d. kritische Druck nicht überschritten wird. Da das Quecksilber immer wieder in die Bodenwanne zurückfließt, also nicht verloren geht, ist es ein sich ständig selbst erneuerndes Kathodenmaterial mit hoher Betriebsstundenzahl.

Wir haben nun schon den Quecksilberdampfgleichrichter als ein geeignetes und leistungsfähiges Ventil kennen gelernt. Mehrere solche Ventilstrecken lassen die verschiedensten Schaltkombinationen zu. Schalten wir nach Bild 1, oben, eine Gleichrichterstrecke in einen Wechselstromkreis, so wird jede zweite Halbwelle unterdrückt. Einweggleichrichter. Auf der Gleichstromseite entstehen durch Pausen unterbrochene Gleichstromstöße. Um einen halbwegs vernünftigen Gleichstrom zu erhalten, sind große Ausgleichsglieder, Siebglieder, Drosseln und Kondensatoren erforderlich. Daher wird zur Gleichrichtung von Einphasenstrom die Gegentakt-Schaltung verwendet. Diese Schaltung, die zwei Gleichrichterstrecken und einen Trafo mit Mittelanzapfung erfordert, siehe Bild 1. Die bei der Einweggleichrichtung vorhandenen Lücken sind durch die Gleichrichtung eines zweiten, um 180 Grad phasenverschobenen Wellenzuges ausgefüllt. Die ungeglättete Gleichspannung geht immer noch, wenn auch nur mehr für einen Augenblick, auf 0 zurück. Steht Drehstrom zur Verfügung, so erhält man beim Einbau von drei Ventilstrecken in den Gaskolben einen schon wesentlich glatteren Gleichstrom. Da die Elektronen immer zu der Anode, welche gerade den höchsten positiven Spannungswert hat, hinfliegen, übernimmt nur eine Phase die Stromversorgung. Durch eine besondere Transformatorenschaltg. (z.B. Doppel-Zick-Zack-Schaltung) kann man den Drehstrom in Sechsphasenstrom (mit 60 Grad Phasenverschiebung) verwandeln. Die Sechsphasen-Gleichrichtung oder Drehstromgegentakt-Gleichrichtung (siehe Bild 1, unten) liefert einen nur mehr wenig schwankenden Gleichstrom. Um noch günstigere Verhältnisse zu erzielen, ist bei sehr großen Leistungen auch die Zwölfphasen-Gleichrichtung üblich.

Die Welligkeit und die Größe der Gleichspannung.

Von einem Wert d. Gleichspannung können wir eigentl. nicht sprechen, sie schwankt ja ständig. Denken wir uns die pulsierende Gleichspannung aber in eine reine Gleichspannung und in eine überlagerte Wechselspannung zerlegt (siehe Bild 2),

Mischstrom = Gleichstrom-komponente + Wechselstrom-komponente

Abbildung 2

1445

so können wir den Wert der reinen Gleichspannung — es ist ein Mittelwert — als Spannungswert annehmen. Das Verhältnis der überlagerten Wechselspannung zum Gleichspannungsmittelwert gibt uns ein Maß für die Welligkeit. Wie wir aus dem Vergleich der Kurvenformen des Bildes 1 leicht feststellen können, hängen sowohl die Größe des Gleichspannungsmittelwertes als auch die Frequenz der überlagerten Wechselspannung nicht nur von den entsprechenden wechselstromseitigen Eingangswerten, sondern auch von der Phasenzahl ab. Ueber die Zahlenwerte gibt die nachfolgende Tabelle Aufschluß.

Sek. Phasenzahl des Trafos	1	2	3	6	12
	Einphasenstrom		Drehstrom		
$U_{gl} = U_{wechsel} \times$	0,45	0,9	1,17	1,35	1,40
Oberwelle:					
Frequenz =	50	100	150	300	600
Wert = $U_{gl} \times$	0,7	0,43	0,178	0,040	0,01

Formeln:

$$U_{gl} = U_{wechsel} \cdot \sqrt{2}\frac{p}{\pi} \cdot \sin\frac{\pi}{p}, \quad f_o = p \cdot f_n$$

U_{gl} ... die Gleichspannung (Mittelwert) in Volt

$U_{wechsel}$ ... die Eingangswechselspannung (Phasenspannung) in Volt

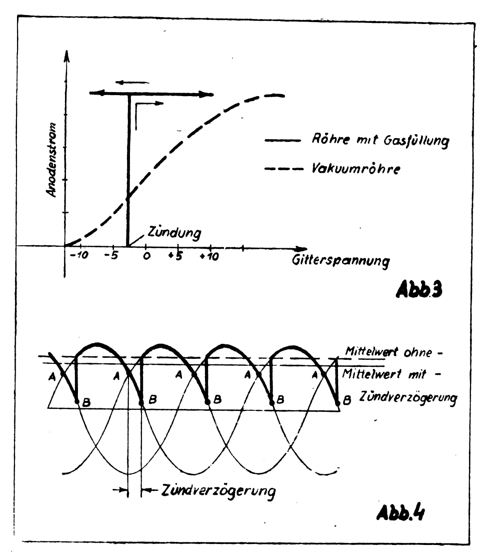
f_o ... die Frequenz der Oberwelle in Hz

f_n ... die Netzfrequenz in Hz

Der gittergesteuerte Gleichrichter.

Die Versorgung eines Netzes aus einem Gleichrichter fordert, wie jede Versorgung, eine Spannungsregelung. Wie wir gesehen haben, steht die abgegebene Gleichspannung in einem festen Verhältnis zur aufgedrückten Wechselspannung. Man muß also diese regeln. Dazu braucht man einen Stufentrafo mit einem bei hohen Strömen teuren Umschalter. Einfacher und billiger geht es durch Einbau einer dritten, durchlochten Elektrode, des Gitters.

Erst das Steuergitter hat ja auch die Vakuumröhre zu ihrer großen Bedeutung gebracht. Legt man an das zwischen Anode und Kathode befindliche Steuergitter einer normalen Vakuumröhre (Rundfunkröhre) eine negative Spannung, so wirken auf die aus der Kathode austretenden Elektronen zwei Kräfte: die anziehende Kraft der Anode und die abstoßende des Gitters. Da das Gitter näher zur Kathode liegt, kann man mit einer viel kleineren Spannung *dieselbe Kraftwirkung* erreichen wie durch die Anodenspannung. Heben sich beide Kraftwirkungen auf oder überwiegt die abstoßende Kraft des



Gitters, so kommt kein Stromfluß zustande. Ueberwiegt die anziehende Wirkung der Anode etwas, so fließt ein wegen der schon eingangs besprochenen negativen Raumladung kleiner Anodenstrom. Schwächt man die Gitterspannung weiter, überwiegt die Kraft der Anode immer mehr, der Strom steigt allmählich an (siehe Bild 3).

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei der gasgefüllten und bei der Quecksilberdampfröhre. Wird hier das Gitter so stark negativ gemacht, daß seine abstoßende Kraft überwiegt, so fließt kein Strom. Ueberwiegt aber, was beim Verkleinern der Gitterspannung der Fall ist, die Kraft der Anode ein klein wenig, so setzt der Anodenstrom infolge der gleichzeitigen Ionenbildung und der schon besprochenen Kompensation der negativen Raumladung sofort mit seiner vollen Stärke sprungartig ein (siehe Bild 3). Die positiven Ionen werden nun aber nicht nur von der Kathode, sondern auch vom negativ geladenen Gitter angezogen und zum Teil zu diesem hinfliegen. Am Gitter verbinden sich nun, bildlich gesehen, die positiven Ionen mit den negativen Elektronen und heben so deren Wirkung auf. Das negativ geladene Gitter wird also durch die Einwirkung der Ionen neutralisiert. Es zeigt überhaupt keine wirkende Ladung. Auch eine Vergrößerung der negativen Gittervorspannung kann den einmal eingesetzten Stromfluß nicht mehr unterbinden, da sofort die auf das Gitter zuströmenden Elektronen durch Ionen kompensiert werden. Eine Unterbrechung des Anodenstromes kann nur dann erfolgen, wenn die Anodenspannung 0 wird. Dies ist bei Wechselstrom ja zweimal (0-Durchgänge) in jeder Periode der Fall. Fehlt der Stromfluß, so fehlt **der** Elektronenfluß, die Ionenbildung und damit die **Kompensation der Gitter**wirkung. Das **Gitter** ist voll wirksam und unterbindet ein neuerliches Einsetzen des Anodenstromes. **Bei gasgefüllten Röhren kann man also durch das Gitter nur den Einsatzpunkt des Anodenstromes steuern. Der Strom selbst hängt nur von der äußeren Belastung ab.**

Und nun zur Spannungsrelegung. Durch eine geeignete, phasenverschobene Wechselspannung am Gitter können wir das Einsetzen des Stromes bei jeder Halbwelle um ein wählbares Stück verzögern. Bild 4 zeigt d. Verhältnisse bei einem Dreiphasengleichrichter. Während ohne Gitter der Uebergang von einer Phase auf die anderen in den Punkten A stattfindet, verschiebt sich durch die Gittersteuerung der Uebergang auf die einstellbaren Augenblicke B. Die Spannung hat dann die stark gezeichnete, sägezahnartige Form. Der Mittelwert wird kleiner. Abschließend sei bemerkt, daß die Gittersteuerung auch zum Ausschalten bei Kurzschlüssen verwendet werden kann.

Der Gleichrichter im Kinobetrieb.

Der Betrieb der Kinobogenlampen — zur Erzielung der gleichmäßigen Bildhelligkeit ist Gleichstrom erforderlich — stellt an den Gleichrichter besondere Anforderungen. Erstens sollen die durch das Abbrennen der Kohlen bedingten Stromschwankungen klein sein, um das dadurch bedingte Schwanken der Bildhelligkeit in erträglichen Grenzen zu halten. Bei rotierenden Umformern und Gleichrichtern in Normalausführung hilft man sich durch Einschalten von Beruhigungswiderständen im Lampenstromkreis.

Sollen die Widerstände eine einigermaßen vernünftige Wirkung haben, so muß der an ihnen entstehende Spannungsabfall zumindest so groß wie der Unterschied zwischen Lösch- und Brennspannung sein. (Löschspannung heißt jene Spannung, bei der der Lichtbogen auslöscht.) Der Unterschied beträgt aber zirka 45 Volt, d. h. nahezu 50 % der zugeführten und dem E-Werk teuer bezahlten Energie wird verpulvert.

Durch besondere Ausbildung des Gleichrichters kann man auf die Beruhigungs-Widerstände vollkommen verzichten, ohne solch ein störendes Schwanken der Lichtstärke in Kauf nehmen zu müssen.

Die zweite Anforderung stellt das Ueberblenden. Jeder Film besteht wegen seiner Länge aus mehreren Rollen, die eine Spielzeit von ungefähr 20 Minuten haben. Um nun die aus kleinen Landkinos her bekannten Pausen zum Rollenwechsel zu vermeiden, verwendet man zwei Vorführungsmaschinen. Während die erste Rolle in der einen Maschine

abläuft, wird die nächste Rolle in der zweiten Maschine eingelegt. Ein bis zwei Minuten vor Ablauf der ersten Rolle wird die zweite Maschine eingeschaltet. Ein in den Film mit einkopiertes weißes Dreieck oder Viereck, welches wegen seines kurzen Erscheinens vom Zuschauer nicht bemerkt wird, zeigt dem Vorführer den Augenblick des Ueberblendens, jenen Augenblick, in dem Bild und Ton auf die andere Maschine umgeschaltet werden müssen, an. Werden nun beide Bogenlampen von einer gemeinsamen Stromquelle gespeist, so verlischt beim Einschalten der zweiten Bogenlampe die erste, denn zum Zünden ist unbedingt ein kurzes Berühren der beiden Elektronen erforderlich.

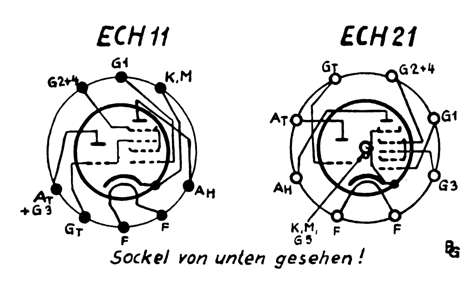
Durch ein gleichzeitiges Bedienen beider Maschinen kann ein geschickter Vorführer beide Lampen gleichzeitig in Betrieb nehmen. Ein wenn auch kurzzeitiges Verschwinden des Bildes tritt dabei auf jeden Fall auf. Es wurden daher bis jetzt zwei getrennte Stromquellen (Gleichrichter) verwendet oder man baute zwei Dreiphasensysteme in einen Glaskolben ein. Obwohl der Gleichrichter dann einem Sechsphasenrichter ähnelt, ist beim Betrieb einer Vorführungsmaschine nur ein Dreiphasengleichrichtungssystem in Verwendung. Lediglich während der kurzen Ueberblendungsspanne arbeiten beide Systeme. Der von der Elektrobaugesellschaft Linz, Museumstraße 4, als Messeneuheit gebrachte Kinogleichrichter (siehe Titelbild) arbeitet sowohl bei der Ueberblendung als auch während des Betriebes einer Maschine (normaler Betrieb) als Sechsphasengleichrichter. Eine zum Patent angemeldete besondere Schaltung von Drosseln verhindert das Löschen des Lichtbogens beim Ueberblenden (wir können leider aus patentrechtlichen Gründen unseren Lesern noch kein Schaltbild u. keine genauen Einzelheiten bringen). Der neue Gleichrichter weist nicht nur die Vorteile des Sechsphasengleichrichters auf, sondern bietet außerdem den Vorteil einer geringeren Interferenzgefahr zwischen Bildwechselzahl und Brummspannung.

Um den Kinobesuchern den Eindruck von gleichmäßigen Bewegungen in den dargebotenen Szenen hervorzurufen, muß die Erscheinungsdauer eines Bildes kürzer als die Reaktionszeit d. menschlichen Auges sein. Dies wird im allgemeinen bei 24 Bildern pro Sekunde der Fall sein. Die d. Gleichstrom überlagerte Wechselstrombrummspannung bewirkt nun andererseits ein Schwanken der Bildhelligkeit mit der Frequenz eben dieser Brummspannung. Durch die hohe Frequenz können die Helligkeitsschwankungen vom Zuschauer nicht bemerkt werden. Aehnlich wie in einem Ueberlagerungsempfänger durch Mischung der Eingangs- und Oszillatorfrequenz die Zwischenfrequenz erzeugt wird, entsteht durch Ueberlagerung zwischen den Lichtschwankungen durch die Brummspannung mit der Bildwechselzahl ein Schwanken d. Bildhelligkeit im Rhythmus d. Differenz beider Frequenzen.

Dieses Schwanken kann unter Umständen störend wirken. Bei der Verwendung einer Sechsphasengleichrichtung ist diese Gefahr durch die höhere Frequenz der Brummspannung (300 Hz statt 150 Hz) und deren wesentlich geringeren Amplitude (0,04 statt 0,18) viel geringer. Daß der Gleichrichter alle Schikanen eines modernen Quecksilberdampfgleichrichters, wie vollautomatische elektro-dynamische Zündung, besitzt, sei abschließend bemerkt.

Die Fortsetzung der Artikelreihe „Rundfunkempfang — eine Aufsatzfolge“ und „Elektrokurs für den Anfänger“ kann aus raumtechnischen Gründen erst in Heft 12 erfolgen

BASTLERRATSCHLÄGE



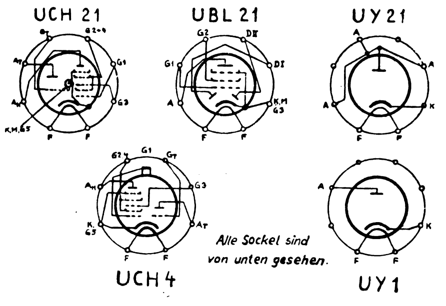
Sockel von unten gesehen!

Ersatz der ECH 11 bei Wechselstromempfänger

Mancher Bastler und Radiofreund besitzt ein Wechselstromgerät, das mit den Röhren der Stahlröhrenserie bestückt ist und darunter die ECH 11 enthält. Ist nun die ECH 11 defekt, so ist guter Rat teuer, denn eine ECH 11 ist sehr schwer zu beschaffen, und wenn, dann meistens nur unter Aufwand größerer Geldmittel. Diesen Schaden kann man mit etwas Geschick und finanziellen Ausgaben für eine ECH 21, die man ja doch leichter und billiger bekommen kann, beheben. Natürlich hat jeder den Wunsch, später einmal wieder ohne Aenderung im Gerät eine ECH 11 stecken zu können. Auch diesem Wunsch wurde in den nachstehenden Zeilen Rechnung getragen.

Ein Röhrenfuß einer defekten Röhre der Stahlröhrenserie (EL 11, EL 12, ECL 11, UCL 11, VCL 11, AZ 11, AZ 12, UY 11) ist in jeder Bastlerkiste vorhanden oder zumindestens leicht zu besorgen. Mit diesem und einer ECH 21, etwas Draht, Rüsch und ein wenig Vergußmasse gehen wir ans Werk. Zuerst wird die Sockelschaltung der beiden Röhren verglichen. Die Schaltung der ECH 21 zeigt uns, daß diese gegenüber der ECH 11 zwei getrennte Systeme aufweist, das heißt, daß das Gitter$_3$ der ECH 21 getrennt herausgeführt ist und nicht wie bei der ECH 11 im Innern der Röhre mit dem Gitter des Triodensystems verbunden ist. Nachdem wir die Sockelstifte der ECH 21 blank gemacht haben, verbinden wir zunächst diese beiden Gitter und verlängern nun jeden Stift mit einem etwa 10 cm langen, blanken Schaltdraht. Die Befestigung des Drahtes an den Vanadiumstiften ist sehr einfach und gewährleistet dennoch guten, festen Sitz und Kontakt des Drahtes an diesen und kann bei jeder Preßglasröhre mit gleichem Erfolg durchgeführt werden. Der Vorgang ist folgender: Jeder Stift wird mit einer kleinen Dreikantfeile zwei- bis dreimal eingekerbt und dann mit Draht umwickelt, der anschließend sofort verlötet wird. So kann der Draht nicht rutschen und hat einen festen Sitz. Bei dem Kathodenanschluß der ECH 21, die an dem dicken Führungsstift herausgeführt ist, geht man in gleicher Weise vor. Der Führungsstift besitzt schon eine Nut und um diese kann der Draht gewickelt und verlötet werden. Ist diese Arbeit getan, wird der Sockelfuß der abmontierten alten Röhre nachgeprüft, ob alle Stifte, deren Drahtdurchführungen ausgelötet wurden, Durchgang haben. Die Drahtverlängerungen der ECH 21 werden unter Aufschieben von einem Stückchen Rüsch der Reihe nach laut Schaltbild durch die freien Stifte des alten Röhrenfußes gezogen. Bevor jedoch die ECH 21 ganz aufgeschoben wird, überprüft man nochmals, ob alle Anschlüsse richtig sind und erst dann zieht man die Drahtenden ganz durch, verlötet alle gut am Stiftende und zwickt die überstehenden Stücke ab. Der Zwischenraum am Sockelrand der ECH 21 und dem alten Röhrenfuß wird mit etwas Vergußmasse *ausgefüllt und* unsere Ersatz-ECH 11 ist fertig. Ein Nachstimmen bei Betrieb dieser Ersatzröhre an den Spulen des Oszillator- und ersten Bandfilterkreises ist in den meisten Fällen nicht notwendig. Ein Auswechseln der Ersatz-ECH 11 gegen eine Original-ECH 11 ist daher wieder ohne weiteres möglich. Auf diese einfache Weise ist es gelungen, ein stummes Gerät wieder mit der vollen Leistung zum Spielen zu bringen.

G. B.



Alle Sockel sind von unten gesehen.

Ersatzbestückung des Philetta-Kleinsupers

Viele Kleinsuper dieser Type, ursprünglich mit den Röhren UCH 21, UCH 21, UBL 21 und UY 21 bestückt, kommen in Reparaturwerkstätten, um fehlende Röhren oder defekte zu ersetzen. In den meisten Fällen werden dann diese Empfänger mit RV 12 P 2000 als Ersatzröhren bestückt. An Stelle der UCH 21 mag dieser Ersatz wohl als gute Lösung betrachtet werden, doch für die Verbundendröhre UBL 21 ist der Ausweg nicht immer günstig. Entweder man verwendet zwei Stück RV 12 P 2000 als Endsystem und schaltet an Stelle der Diode einen Sirutor oder man muß eine dritte RV 12 P 2000 als reine Diode schalten. In den meisten Fällen ist dieser Weg mit wilden Schwingungen, d. h. mit zusätzlichen Pfeifstörungen verbunden. In Anbetracht der in Kürze *auf* dem Markt erscheinenden Allstromröhren UCH 4, UBL 1 und UY 1, läßt sich hier eine elegante Lösung für dieses Problem schaffen. An Stelle der beiden UCH 21 und der UBL 21 kann man mit sehr gutem Erfolg die UCH 4 verwenden. Der Reihe nach wechselt man die Röhrensockel aus. Bei der Mischröhre ist nicht viel zu sagen. G 1 wird mit einer Gitterkappe und einem Stückchen Schaltdraht nach unten zum Anschluß geführt. Eine Abschirmung ist hier nicht nötig. Die zweite UCH 21 ist als HF- und NF-Verstärkerröhre geschaltet. Nach vorsichtigem Ablöten des alten Sockels wird der neue montiert und verlötet. Dabei ist Folgendes zu beachten: der Kappenanschluß G 1 der UCH 4 wird wieder nach unten geführt und kann direkt am Bandfilter angelötet werden. Eine Abschirmung dieser Leitung ist auch hier nicht nötig. G 3 wird mit Kathode verbunden und an Masse geführt, wie bei der UCH 21. Ferner war die UCH 21 zwischen Triodensystem und Hexodensystem am Sockel durch ein kleines Blech abgeschirmt. Bei der UCH 4 kann man diese Abschirmung ebenfalls anbringen,

wenn man einen kleinen Blechstreifen zurechtschneidet, ihn mit dem einen Ende an den Kathodenanschluß des Sockels anlötet und dann so biegt, daß das andere Ende zwischen die Anschlüsse G 2,4 und GT zu stehen kommt. Um unangenehme Kurzschlüsse zu vermeiden, wird um den Blechstreifen ein kleines Stückchen Zeichenpapier geschoben. Bei der Verbindung zwischen GT und Potentiometer verwendet man ein kleines Stück Abschirmleitung, um dieses kritische Leitungsstück vor äußeren Einflüssen zu schützen. Die beiden ersten Röhren wären somit geschaltet. Die Heizdaten der UCH 4 sind die gleichen wie bei der UCH 21, so daß auch hier in dieser Beziehung keine weiteren Schwierigkeiten vorhanden sind. Nun können wir mit der UBL 21 beginnen. Zunächst wird wieder der Sockel ausgewechselt. Da aber die UBL 21 55 V Heizspannung gegenüber 20 V der UCH 4 hat, müssen wir in die Heizleitung der UCH 4 in Serie mit dem Heizfaden einen kleinen Vorwiderstand einbauen. Sein Wert beträgt 350 Ohm / 4 Watt, drahtgewickelt. Der Einbau eines solchen Widerstandes macht keine besonderen Schwierigkeiten. Zwischen Lautsprecher und den beiden Röhren UBL 21 und UY 21 ist eine Blechabschirmung, an der man mit einem Stück stärkerem Draht, auf den der Widerstand aufgeschoben wird, diesen durch Abwinkeln des Drahtes und mit zwei Schrauben auf der Blechwand über dem Lautsprecher befestigen kann. Zwei zusammengedrillte Drähte dienen als Verbindung zum Röhrensockel. Der Heptodenteil der UCH 4 dient als Endstufe. Kappenanschluß wird mit G_3 am Sockel verbunden. Diese beiden Gitter dienen als Steuergitter. Anoden- und Schirmgitter-Anschluß werden genau wie bei der UBL 21 angelötet.

Das Triodensystem der UCH 4 wird als Diode geschaltet, und zwar so, daß die Anode mit dem Gitter verbunden und an das Bandfilter angeschlossen wird, genau wie bei der UBL 21. Die UY 21 ist in vielen Fällen gut und kann ohne Aenderung weiter verwendet werden. Ansonsten kann diese in gleicher Weise durch die UY 1 ersetzt werden. Somit wäre die Umbestückung des Gerätes erledigt. Die Endleistung, die das Heptodensystem der UCH 4 abgibt, ist genügend groß, um eine ausreichende Lautstärke zu gewährleisten.

G. B.

Der Stand der österreichischen Starkstromindustrie (Forts. von Seite 237)

(6,3/36,75 kV) sowie einem Drehstromgenerator zu 8 MVA (6 kV bei 375 Umdr./min) und der kompletten Schaltanlage ausgestattet werden. Endlich wird das Kraftwerk Dionysen, das im Zuge der Nachkriegsereignisse seine gesamte Einrichtung im Werte von zirka 10 Millionen Schilling verlor, neu ausgestattet, wozu zwei Generatoren zu je 8 MVA (6,3 kV, 375 Umdr./min) und die komplette Schaltanlage erforderlich werden.

Weiteres Interesse gebührt dem Ausbau des Netzes der vollelektrifizierten Bahnstrecken. Auch hier schreiten die Arbeiten rüstig vorwärts, im Augenblick sind rund 300 Gleis-Kilometer in Arbeit, die sich auf die Großfirmen der Branche ziemlich gleichmäßig verteilen. Elektro-Loks sind im Bau, die bereits vorhandenen werden laufend überholt und an den Anlagen zur Erzeugung und Verteilung der Fahr-Energie wird intensiv gearbeitet. Die Elin A.-G. baut z. B. an sechs Einphasen-Trafos zu je 6,5 MVA (115/18/16 kV, $16^2/_3$ Hz) für die diversen Unterwerke der noch auszubauenden Strecken, das Unterwerk Attnang erhält eine 16-kV-Schaltanlage (Elin) und drei Einphasen-Trafos zu je 10 MVA (6,6/126,5 kV, $16^2/_3$ Hz) der Elin-Bauart für das Bahnkraftwerk Uttendorf sind im Bau. Schließlich wird eine fahrbare Umspann-Anlage wieder instandgesetzt.

Von den Eisenbahnen zu den diversen öffentlichen Verkehrsbetrieben ist nur ein Schritt. Auch hier macht sich das Bestreben bemerkbar, Kriegsschäden und wegen Materialmangel während langer Jahre immer wieder zurückgestellte Vorhaben nunmehr auszubessern bzw. auszuführen. Abgesehen von den laufenden Arbeiten zur Wiederinstandsetzung d. Wiener Straßenbahnnetzes, die zum Großteil mit eigenen Kräften durchgeführt werden, sind für Graz 40 komplette elektrische Ausrüstungen für Triebwagen mit je zwei Motoren zu 60 kW, 40 einzelne Straßenbahnmotoren zu 60 kW und 40 Plattform-Fahrschalter zu liefern. Die Innsbrucker Straßenbahn bekommt dagegen nur 12 Motoren zu 60 kW und 10 Straßenbahnmotoren zu 43 kW. Die Stadtgemeinde Leoben läßt hinwiederum zwei komplette Gleichrichter-Anlagen zu je 500 A bei 600 V für den Obusbetrieb bauen (Elin A.-G.).

Neben all diesen Arbeiten, unter denen lediglich die umfangreicheren Vorhaben erwähnt wurden, läuft auch eine ansehnliche Menge Exportaufträge, unter denen zwei Regeltrafos zu je 12,5 MVA der Bauart Elin für Polen, zwei Elin-Vertikalgeneratoren zu 7,5 MVA (6,3 kV, 500 Umdr./min) und zwei weitere zu je 12,5 MVA (6,3 kV, 240 Umdr./min), sowie zwei Elin-Regeltrafos zu 7,5 - 12,5 - 16 MVA (60/6,3/3,15 kV) für Jugoslawien erwähnenswert sind. Die Verhandlungen über die Lieferung eines 41-MVA-Vertikalgenerators (zirka 56.000 PS) sind zur Zeit noch nicht abgeschlossen.

Ingo.

Der Herausgeber der elektro- und radiotechnischen Monatshefte „das elektron“ spricht jeden zweiten Samstag von 13.45 bis 14 Uhr in der Sendereihe „Für den Radiobastler“ über die Sendegruppe Rot-Weiß-Rot. Die nächsten Sendungen in dieser Reihe finden am 27. Dezember 1947 und 3. Jänner 1948 statt

100 Lautsprecher

VERSORGEN EINE GROSS-STADT

Dem Besucher der Stadt Leipzig fällt immer wieder die große Lautsprecheranlage auf, die das gesamte Stadtgebiet bzw. seine wichtigsten Verkehrsknotenpunkte recht gut mit den Sendungen des Senders Leipzig versorgt. Insgesamt hat man etwa 100 Stück Großlautsprecher verteilt, deren Leistung jeweils zirka 20 Watt beträgt.

Die Anlage wurde 1946 im Auftrage des Rates der Stadt Leipzig von den Firmen Telefunken und C. Lorenz A.-G. erstellt, wobei als eigentlicher Auftraggeber die Deutsche Post fungierte, die auch Unterhaltung, Bedienung und Pflege übernommen hat. Die Kosten der Anlage werden mit etwa 300.000 Mark angegeben.

Schaltung.

Die Darbietungen laufen vom Sendehaus im Norden der Stadt niederfrequent in Kabeladern zum Zusatzverstärker für die Lautsprecheranlage und dann zum eigentlichen Steuerverstärker, der seinen Platz in der Zentrale hat. Von diesem sind insgesamt 8 Stück vorhanden — jeder von ihnen speist wiederum bis zu 20 Endverstärker, die in unmittelbarer Nähe der Großlautsprecher untergebracht sind. Abbildung 1 zeigt das Gesamtschaltbild vom Sendehaus bis zum Endlautsprecher.

Als Steuerverstärker dienen acht Geräte d. Firmen Körting und Henry. Ihre Leistung beträgt 4 Watt bei 3 Volt Ausgangsspannung. Sie sind wie folgt eingesetzt: Je einer für Zentrum, Süden, Osten, Westen und Norden, für Versuchsanlage Leutsch (Lautsprecher in Wohnungen und Häuserblocks gegen Gebühr nach Art des Drahtfunks), Dienstlautsprecheranlage der Deutschen Post (vorzugsweise in Postämtern) und einer als Reserve. Vom Steuerverstärker werden die 20 Endverstärker ferngesteuert, d. h. ihr Ein- und Ausschalten erfolgt über eine 60-Volt-Steuerleitung mittels Starkstromrelais, die gem. Abbildung 2 in Simultanschaltung über Transformatoren wirkt; diese Anordnung erlaubt das Einsparen der eigentlichen Steuerleitung.

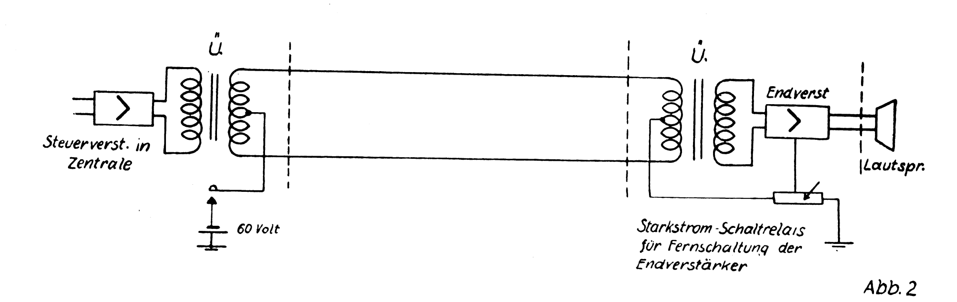


Abb. 2

Die Firmen Lorenz und Telefunken lieferten die 20- bzw. 25-Watt-Endverstärker, die diebes-, narrensicher und wasserdicht in Straßenbahnhäuschen, Hausfluren, Wohnungen, Läden usw. untergebracht sind.

Zur Schallversorgung dienen eine Reihe vorhandener Lautsprecher, je nach akustischen Erfordernissen wurden Telefunken-Richtstrahler (25 W) oder Schallringlautsprecher (bestehend aus fünf permanent-dynamischen Einzelchassis, als Rundstrahler zusammengefaßt), Körting elektrodynamische Rundstrahler 25 Watt, für kleinere Flächen auch Feho-Rundstrahler bis 8 Watt usw. verwendet, insgesamt wie erwähnt zirka 100 Stück.

Vom Sendehaus bis zum Endverstärker wird das Fernsprechnetz benutzt, von dort bis zum Lautsprecher wetterfestes Freileitungskabel, was gerade zur Verfügung stand. Die Länge des gesamten Kabelnetzes kann auf etwa 400 km geschätzt werden.

Bedienung.

Die Zentrale, in der sich alle Verstärker bis auf die 100 Endverstärker befinden, hat ihren Sitz im Fernsprechamt und übernimmt die Sendungen vom Funkhaus. Bei Großübertragungen, z. B. 1. Mai, kann der Funkwagen d. Sendegesellschaft zwischen Sendehaus und Hauptverstärker eingeschaltet werden und gibt dann eigene Uebertragungen oder verbindet das allgemeine Programm durch.

Die Anlage wird morgens mit dem 7-Uhr-Nachrichtendienst eingeschaltet und nach den 20-Uhr-Nachrichten wieder abgeschaltet, wobei die Betriebszeit jedoch nicht ununterbrochen ist, sondern vor und nach jedem Nachrichtendienst gibt es 1/4 Stunde Musik, ferner werden die stadtgebundenen Sendungen (z. B. Werbefunk usw.) regelmäßig durchgegeben, wobei die Steuerung der Sendezeiten beim Funkhaus liegt, das sich fernmündlich mit der Zentrale in Verbindung setzt.

Zusammenfassend kann nun gesagt werden, daß die technische Seite der Anlage vorbildlich gelöst ist, die Wiedergabe ist ausgezeichnet u. technische Störungen sind sehr selten. Anders verhält es sich mit der Beliebtheit bei der Bevölkerung, soweit sie in akustischer Reichweite der Lautsprecher wohnt. Beschwerden der Anwohner und manches zerschnittene Lautsprecherkabel werden öfters gemeldet. Uebrigens haben z. B. Kirchen durchaus die Möglichkeit, während des Gottesdienstes die Abschaltung der störenden Lautsprecher bei der Oberpostdirektion zu beantragen.

Karl Tetzner.

Sendehaus — Hauptverstärker — Zusatzverst. für LS-Anlage — 8 Steuerverst. 4 Watt (1, 2, 3, 4, 5 bis 8) — je 20 Doppelleitungen — 100 Endverstärker 20 Watt — Lautsprecher 20 Watt

Abb. 1

Immer wieder neue Radioröhren

Daten der Rimlockröhren UCH 41, UAF 41, UF 41, UL 41, UY 41

In unserem Bericht über die Schweizer Radioausstellung 1947 (Heft 10, Seite 212) haben wir kurz die von Philips in der Schweiz auf den Markt gebrachten neuen Rimlockröhren erwähnt. Wir sind nun in der Lage, unseren Lesern nähere Einzelheiten und Daten dieser Röhren mitzuteilen.

Um der heutigen Tendenz der Technik zu entsprechen, wurde eine neue Reihe Röhren entwickelt, deren Hauptmerkmal die auffallend kleinen Abmessungen (maxim. Durchmesser 22 mm) sind. Diese Röhren, auch Rimlockröhren genannt, weisen trotz Verkleinerung der Abmessungen eine große Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit auf. Die Fabrikation dieser Miniaturröhren setzte die glückliche Lösung komplexer Probleme, besonders auf der technologischen Seite, voraus.

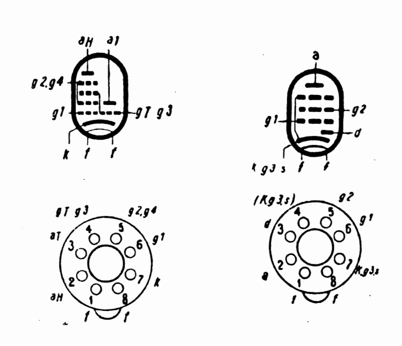
Die Rimlocktechnik.

Das Röhrensystem in zusammengedrängter Ausführung wird direkt auf die Anschlußstifte montiert, was eine sehr gute mechanische Stabilität sichert und dank der Verkürzung der Anschlußleitungen hervorragende Kurzwelleneigenschaften ergibt. Die Bodenplatte wird aus Preßglas gemacht und mittels einer Emailschicht mit dem Röhrenglasballon luftdicht verbunden. Die Vorteile dieses Verfahrens bestehen u. a. darin, daß die erforderliche Schweißtemperatur tiefer liegt als die Schmelztemperatur des Glases. Es entstehen somit keine Glasspannungen in der Bodenplatte, welche eine Bruchgefahr ergeben könnten. Weiter sind keine Verkrümmungen der Kontaktstifte u. keine „Vergiftung" der Kathode zu befürchten.

Die neuen Röhren umfassen verschiedene Typen für den Empfängerbau, welche eine harmonische Bestückung von Wechselstrom-, Allstrom- und Batteriegeräten gestatten. Die hervorragenden elektrischen und mechanischen Eigenschaften der neuen Röhren sind für die Verwendung in Spezialgeräten sehr vielversprechend und die Typenzahl wurde auch auf dem Gebiete der Spezialröhren stark erweitert.

Einige Vorteile der neuen Röhren sind:

1. Kleinste Abmessungen mit maximalem Durchmesser 22 mm und maximaler Länge 70 mm. Die Röhre ist somit universell verwendbar.
2. Gute mechanische Stabilität. Starke Kontaktstifte. Keine Bruchgefahr infolge interner Glasspannung.



Links: UCH 41 — Rechts: UAF 41

3. Glückliche Lösung der Sockelfrage. Die Röhre wird durch eine Nocke in die richtige Lage geführt und durch eine Feder gegen Herausfallen, auch bei stärksten Erschütterungen, gesichert.
4. Die Röhre besitzt acht Stifte. Dies entspricht den Anforderungen der europäischen Technik. Damit war es möglich, eine hochwertige Mischröhre auch in der Miniaturausführung zu schaffen.
5. Eine neue Verteilung der verschiedenen Stufenfunktionen über 5 Röhren ergibt einen rationellen Aufbau des Gerätes und eine erhebliche Erhöhung der Gesamtverstärkung.

Hier nun die Daten der neuen Röhren:

UCH 41 — Mischröhre.

Die UCH 41 ist eine Triode-Hexode, bei welcher die Triode zur Erzeugung der Oszillatorspannung und die Hexode zur Mischung dient. Das Triodengitter und das Modulatorgitter des Hexodenteiles sind im Inneren der Röhre miteinander verbunden. Die Mischsteilheit beträgt bei einer Betriebsspannung von 170 Volt 450 μA/V. Dies sichert bei der Verwendung von normalen Schaltelementen eine Stufenverstärkung v. zirka 100. Eine zweite Mischröhre mit der Bezeichnung UCH 40 (kein Druckfehler) Sc 750 μA/V ist in Vorbereitung.

$U_H = 14$ V, $J_H = 0{,}1$ A.

Hexode: $U_a = 170$ V, $U_{g_2} = 87$ V, $R_K = 200$ Ohm, $J_a = 4{,}9$ mA, $J_{g_2} = 2$ mA, $S = 0{,}45$ mA/V.

Triode: $R_a = 10$ kOhm, $J_a = 2{,}2$ mA, $S = 0{,}6$ mA/V.

UAF 41 — Diode — Regelpentode.

Der Pentodenteil dieser Röhre läßt sich für HF- oder ZF-Verstärker mit regelbarer Steilheit wie auch f. NF-Vorverstärker verwenden. Die Diode kann zur Demodulation od. Schwundregelung verwendet werden. Trotz der kleinen Abmessungen sichert diese Röhre eine hohe Verstärkung dank der kleinen Anoden-Gitter-Kapazität, die weniger als 0,002 pF beträgt.

$U_H = 12{,}6$, $J_H = 0{,}1$ A

Als HF-, ZF-Verstärker: $U_a = 170$ V, $R_{g_2} = 44$ kOhm, $R_K = 300$ Ohm, $J_a = 5$ mA, $J_{g_2} = 1{,}6$ mA, $S = 1{,}8$ mA/V.

Als NF-Verstärker: $R_a = 0{,}2$ MOhm, $R_{g_2} = 730$ kOhm, $R_K = 2700$ Ohm, $J_a = 0{,}58$ mA, $J_{g_2} = 0{,}34$ mA, Verstärkung 78fach.

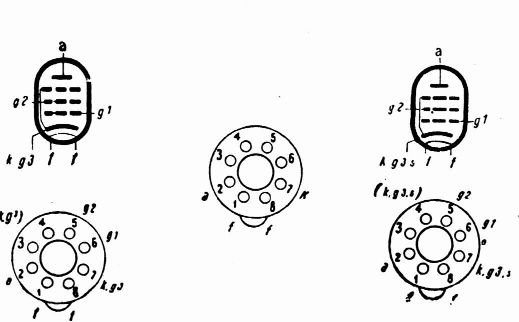
UF 41 — Regelpentode.

Die Röhre UF 41 ist eine Pentode mit regelbarer Steilheit, die ebenfalls für HF-, ZF- und NF-Verstärkung verwendet werden kann.

$U_H = 12{,}6$ V, $J_H = 0{,}1$ A.

Als HF-, ZF-Verstärker: $U_a = 170$ V, $R_{g_2} = 40$ kOhm, $R_K = 325$ Ohm, $J_a = 6$ mA, $J_{g_2} = 1{,}7$ mA, $S = 2{,}2$ mA/V.

Als NF-Verstärker: $R_a = 0{,}2$ MOhm, $R_{g_2} = 730$ kOhm, $R_K = 2500$ Ohm, $J_a = 0{,}2$ mA, Verstärkung 84fach.



Links: UF 41 — Mitte: UY 41
Rechts: UL 41

UL 41 — Endröhre.

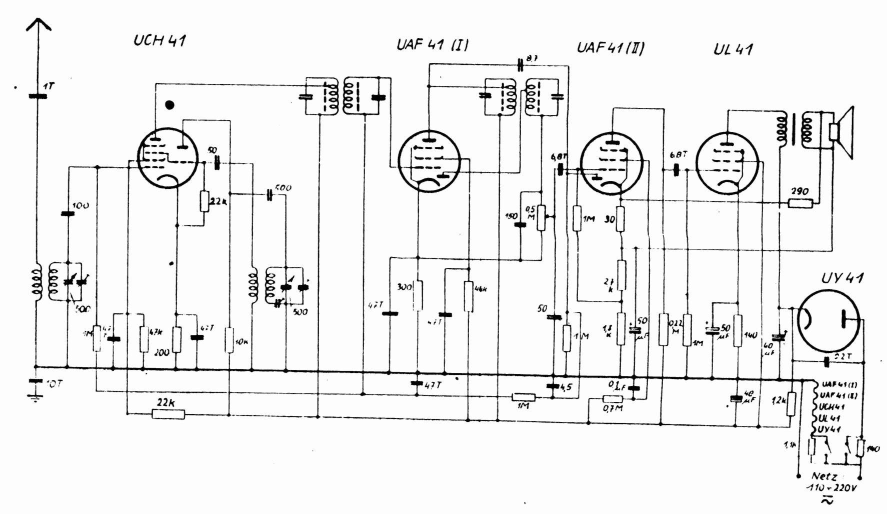
Die UL 41 ist eine Endpentode mit hoher Steilheit, 9,5 mA/V. Trotz den kleinen Abmessungen besitzt diese Röhre eine große Belastbarkeit, erträgt 9 Watt Anodenverlustleistung und gibt 4,2 Watt Nutzleistung ab.

$U_H = 45$ V, $J_H = 0,1$ A.
$U_a = 165$ V, $U_{g_2} = 165$ V, $R_K = 140$ Ohm, $J_a = 54$ mA, $J_{g_2} = 9$ mA, $S = 9,5$ mA/V, $N_{Nutz} = 4,2$ W.

UY 41 — Einweg-Gleichrichterröhre.

Diese Röhre gibt einen maximalen Gleichstrom von 90 mA ab, der zur Speisung eines Fünf-Röhren-Gerätes vollständig ausreicht. Maximale Länge: 67 mm.

$U_H = 45$ V, $J_H = 0,1$ A.
$U_R = \text{max. } 250$ V eff. $J_a = \text{max. } 90$ mA.



Schaltbeispiele für die neuen Röhren.

Trotz seiner Einfachheit leistet dieses Gerät sehr viel. Es erlaubt den Empfang auf drei Wellenbereichen mit einer guten Empfindlichkeit und besitzt dank einer Niederfrequenz-Gegenkopplung eine Wiedergabe von gediegener Qualität. Durch die Verwendung von insgesamt 5 Röhren ist die theoretische Verstärkung sehr groß, somit sind Zwischenfrequenzbandfilter mit mittlerer Anzapfung verwendbar, was zur guten Selektivität beiträgt. Das Gerät besitzt weiter eine siebenfache Gegenkopplung d. Niederfrequenzteiles und eine verzögerte Schwundregulierung. Um die Frequenzverwerfung auf dem Kurzwellenband zu beseitigen, ist der abgestimmte Oszillatorkreis in die Anodenleitung aufgenommen worden. Die Reihenfolge der Serienschaltung der Heizfaden ist so getroffen, daß keine Brummgefahr besteht. Interessant ist der Aufbau des Netzteiles, welcher den Betrieb auf 220 und 110 Volt erlaubt. Die Anode der Endröhre UL 41 wird direkt vor der Siebung gespeist, um auch bei 110-Volt-Netzen eine genügende Ausgangsleistung zu sichern. Die Endröhre gibt bei richtiger Anpassung eine Nutzleistung von 4,2 Watt ab.

Mathematik – Brr!

Zweiter Teil
Der 1. Teil ist in Heft 8/9 erschienen

Auf Wunsch vieler unserer Leser bringen wir eine mathematische Aufsatzfolge, um allen denen, die keine Gelegenheit hatten, Mathematik schulmäßig zu erlernen, die Kenntnisse zu vermitteln, die man braucht, um Formeln richtig zu verstehen und Berechnungen durchzuführen.

Wir haben nun schon eine Gruppe mathematischer Grundbegriffe kennen gelernt. Wir wissen, um bei unserem früheren Vergleich zu bleiben, wie schwer ungefähr ein Ziegelstein ist, wie er gesetzt wird, und haben gesehen, wie man den Verputz anwerfen muß, damit er nicht wieder abfällt. Probieren wir jetzt einmal selbst, ein Stück zu mauern, und wir werden sehen, daß zwischen Begreifen und Können ein himmelhoher Unterschied ist, den man nur durch üben und wiederum üben überbrücken kann. Es steht statistisch fest, daß ein Durchschnittsmensch etwas, das er begriffen hat, 17mal durcharbeiten muß, bevor es wirklich sitzt.

Machen wir gleich die Probe aufs Exempel:

Was versteht man unter einer Größe? Was ist eine bestimmte, was eine allgemeine Größe? Was bedeuten die Zeichen + und —? Schreiben Sie in mathematischer Schreibweise: Der Schatten eines Baumes ist um seinen halben Durchmesser länger als seine dreifache Höhe. Kleiden Sie das Ohmsche Gesetz $J = U / R$ in Worte. Stellen Sie sich selbst Aufgaben über Klammerausdrücke und berücksichtigen Sie alle Möglichkeiten.

Bevor wir das Dividieren besprechen, wollen wir die Kenntnisse des Bruchrechnens auffrischen. Wenn wir auf einer Linie alle cm eine Marke anbringen und diese ähnlich einem Maßstab von 0 angefangen beziffern, so erhalten wir die sogenannte Zahlenlinie. Die Marken symbolisieren die ganzen Zahlen 0, 1, 2, 3, 4.... Zwischen diesen Marken gibt es noch eine Unzahl von möglichen Zahlenwerten, die mit den ganzen Zahlen nicht festzulegen sind. Teilen wir die Strecke zwischen null und eins in drei gleiche Teile, so erhalten wir zwei weitere Punkte. Einen bei $^1/_3$, den anderen bei $^2/_3$. $^3/_3$ ist gleichbedeutend (identisch) mit dem Punkt 1. Der Bruch $^4/_3$ liegt um $^1/_3$ weiter als die Zahl eins. Mit Bruchzahlen läßt sich eine weitere große Zahl von Punkten der Zahlenlinie bezeichnen. Wie wir später sehen werden, können, so verwunderlich dies auf den ersten Blick scheinen mag, nicht alle Punkte der Zahlenlinie durch die Bruchzahlen erfaßt werden.

Man unterscheidet echte, unechte und gemischte Brüche. Beim echten Bruch ist der Nenner, das ist die Zahl, die unten steht und den Bruch benennt (Viertel, Achtel), größer als der Zähler. Der Zähler ist die oben stehende Zahl, sie gibt an, zählt, um wieviel Viertel, Drittel, Achtel es sich handelt. Echte Brüche sind in ihrem Wert immer kleiner als eins, d. h. sie bezeichnen Punkte der Zahlenlinien, die zwischen null und eins liegen. Bei den unechten Brüchen ist der Zähler größer als der Nenner. Der Wert des Bruches ist daher größer als eins. Die entsprechenden Punkte auf der Zahlenlinie liegen daher zwischen eins und dem im Unendlichen liegenden Endpunkt der Zahlenlinie. Gemischte Brüche bestehen aus einer ganzen Zahl und einem Bruch. $3^1/_2$ bedeutet drei Ganze und ein Halbes oder, da drei Ganze sechs Halbe sind, sieben Halbe ($^7/_2$). Unterscheide davon $3 \cdot {}^1/_2$. Drei mal ein Halb ist gleich $^3/_2$. Da die gemischten Brüche leicht Anlaß zu Fehlern geben, verwandeln wir sie am besten immer sofort in unechte.

Nachfolgende Regeln des Bruchrechnens ergeben sich aus ganz einfachen Ueberlegungen.

Ein Bruch bleibt in seinem Wert unverändert, wenn man Zähler und Nenner mit derselben Zahl multipliziert oder durch dieselbe Zahl dividiert. Er ändert hingegen seinen Wert, wenn wir zum Zähler und zum Nenner dieselbe Zahl addieren oder von beiden dieselbe Zahl subtrahieren.

$$\frac{3}{4} = \frac{3 \times 2}{4 \times 2} = \frac{6}{8}; \quad \frac{6}{8} = \frac{6:2}{8:2} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{3}{4} \text{ ungleich } \frac{3+1}{4+1} = \frac{4}{5};$$

$$\frac{4}{5} \text{ ungleich } \frac{4-1}{5-1} = \frac{3}{4}$$

Hat man einen oder mehrere Brüche zu addieren oder zu subtrahieren, so muß man sie zuerst auf gleichen Nenner bringen. Sodann sind die Zähler zu addieren bzw. zu subtrahieren.

$$\frac{1}{3} + \frac{2}{4} + \frac{3}{2} = \frac{1 \times 4}{3 \times 4} + \frac{2 \times 3}{4 \times 3} + \frac{3 \times 6}{2 \times 6} =$$

$$= \frac{4}{12} + \frac{6}{12} + \frac{18}{12} = \frac{4+6+18}{12} =$$

$$= \frac{28}{13} = \frac{28:4}{12:4} = \frac{7}{3}$$

Ein Bruch wird mit einem Bruch multipliziert, indem man Zähler mit Zähler und Nenner mit Nenner multipliziert.

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{2}{5} = \frac{6}{20} = \frac{3}{10} \qquad \frac{a}{b} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3a}{4b}$$

Ein Bruch, dessen Nenner gleich 1 ist, entspricht einer ganzen Zahl.

$$\frac{3}{1} = 3; \quad \frac{a}{1} = a.$$

Kommen in einer Aufgabe neben Brüchen auch ganze Zahlen vor, wie z. B. 3, 5a, so schreiben wir

$$\frac{3}{1}, \frac{5a}{1}.$$

Wir kommen dann mit den beiden oberen Regeln aus und brauchen uns keine weiteren Regeln zu merken.

Vertauschen wir in einem Bruch Zähler und Nenner, so erhalten wir eine neue Zahl. Sie nennen wir den reziproken Wert oder den Kehrwert.

$$\text{Z. B. } \frac{3}{4}, \frac{a}{b}, \frac{1}{3}, \; 2 = \frac{2}{1}, \text{ Kehrwerte}$$

$$\frac{4}{3}, \frac{b}{a}, \frac{3}{1} = 3, \frac{1}{2}$$

Ein Bruch wird durch einen Bruch dividiert, indem man ihn mit dem reziproken Wert multipliziert.

$$\frac{3}{4} : \frac{1}{2} = \frac{3}{4} \times \frac{2}{1} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{a}{b} : \frac{a}{c} = \frac{a}{b} \times \frac{c}{a} = \frac{a\,c}{a\,b} =$$

$$= \frac{a\,c : a}{a\,b : a} = \frac{a}{b}$$

Durch die Einführung des Reziprokwertes läßt sich jede Division in eine Multiplikation verwandeln. Die Zahl der zu merkenden Rechenregeln verringert sich um viele. Zu der im Heft 8/9 begonnenen Zusammenfassung ist noch hinzuzufügen:

7. Das Dividieren. Das Dividieren ist gleich dem Multiplizieren mit dem reziproken oder Kehrwert. Ein Bruchstrich hat immer die Bedeutung einer Klammer.

$$\frac{3+4}{a+b} = \frac{(3+4)}{(a+b)}, \quad \frac{3+4}{a+b} : \frac{2+1}{c} =$$

$$= \frac{(3+4) \cdot c}{(a+b) \cdot (2+1)}$$

Haben wir in einer Multiplikation mehrere gleiche Faktoren, z. B $3 . 3 . 3 . 3 . 3$, so führen wir zur Abkürzung eine neue Kurzschreibweise ein. Wir schreiben den Faktor und als kleine hochgestellte Zahl die Anzahl der Faktoren. $3 . 3 . 3 . 3 . 3 = 3^5$. Drei heißt die Grundzahl oder die Basis, ^{5} die Hochzahl oder der Exponent, 3^5 heißt eine Potenz.

Aus der Ueberlegung

$$3^4 \cdot 3^2 = 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 =$$

$$= 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 = 3^6 = 3^{4+2}$$

folgt. Zwei Potenzen mit gleichen Basen werden multipliziert, indem man die Potenzexponenten addiert.

$$a^m \cdot a^n = \underbrace{a \cdot a \cdot a \cdot a \cdot \cdots \cdot a}_{m\text{-mal}} \cdot \underbrace{a \cdot a \cdot a \cdot \cdots \cdot a}_{n\text{-mal}} = a^{m+n} =$$

$$= \underbrace{a \cdot a \cdot a \cdot a \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot a}_{m+n\text{-mal}}$$

$$\frac{3^6}{3^2} = \frac{3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3}{3 \cdot 3} = 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 = 3^{6-2} = 3^4$$

Sind zwei Potenzen mit gleichen Basen zu dividieren, so werden die Potenzexponenten subtrahiert.

Das Gegenstück zum Potenzieren ist das Wurzelziehen. Heißt 2^3: Welche Zahl erhalte ich, wenn ich 2 dreimal mit sich selbst multipliziere, so heißt $\sqrt[3]{8}$: Welche Zahl gibt dreimal mit sich selbst multipliziert 8.

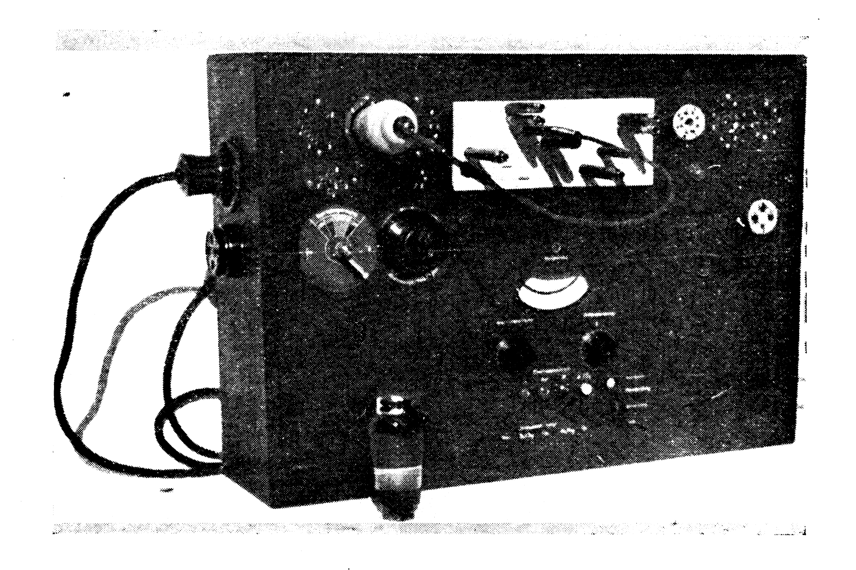
Die letzten beiden Begriffe, die hier nur der Vollständigkeit halber kurz erläutert wurden, werden beim Logarithmieren noch eingehend besprochen.

Damit haben wir die wichtigsten Grundbegriffe der Mathematik kennen gelernt. Wir wollen sie uns richtig einprägen, um bei den in den folgenden Aufsätzen kommenden Berechnungen nicht immer wieder überlegen zu müssen, was vereinbarungsgemäß jedes einzelne Symbol bedeutet. Sollten Sie beim Durcharbeiten des Kurses Schwierigkeiten haben, sollten Unklarheiten auftauchen oder haben Sie Wünsche und Anregungen, dann schreiben Sie bitte an die Redaktion „das elektron", Linz a. D., Landstraße 9.

NOCH EINMAL

DAS RÖHRENPRÜFGERÄT

Auf Grund vieler Rückfragen bringen wir unseren Lesern die Stückliste und die Transformatorendaten zum Röhrenprüfgerät, dessen Schaltung und Beschreibung in Heft 4/5 gebracht wurde



Stückliste des Röhrenprüfgerätes.

Pos.	Stück	Gegenstand	Daten
P1	1	Potentiometer	3000 Ohm
P2	1	Potentiometer	3000 Ohm
P3	1	Potentiometer	100 Ohm/10 Watt
ST	1	Spannungsteiler	10.000-15.000 Ohm mit verstellbaren Abgriffen, 15 W
R1	1	Meßwiderstand	10.000 Ohm
R2	1	Meßwiderstand	250.000 Ohm
R3	1	Meßwiderstand	50.000 Ohm
R4	1	Widerstand	1 MOhm
R5	1	Widerstand	5000 Ohm
R6	1	Widerstand	500 Ohm
R7	1	Widerstand	15.000 Ohm
R8	1	Widerstand	15.000 Ohm
R9	1	Widerstand	15.000 Ohm
R10	1	Widerstand	1000 Ohm
R11	1	Meßwiderstand	100 Ohm
C1	1	Elko	8 µF 250 V Betriebsspg.
C2	1	Elko	8 µF 250 V Betriebsspg.
C3	1	Kondensator	10.000 pF
C4	1	Kondensator	100 µF 60 V
Dr	1	Drossel	200 Ohm Gleichstr.-Widerst., 2,5 cm Eisenquerschnitt, 7000 Windungen
Rö	1	Gleichr.-Röhre AZ 1	

Die Meßwiderstände sind für ein Instrument 1 mA / 100 mV berechnet.

Trafo.

Leistung N 150 Watt

Eisenquerschnitt (Stegbreite × Paketstärke) 16 cm².
Benötigte Fensterfläche 15 cm².
Windungszahl pro Volt 2,5.

		Windungszahl	Drahtdurchmesser in mm
Primär-Wicklung	0 — 90 V	207	1
	90 — 110 V	46	1
	110 — 190 V	184	0,7
	190 — 220 V	69	0,7
Sekundär-Wicklung	2 × 240 V	2 × 600	0,15
Anodenspg.	2 × 2 V	2 × 5	1,5
Heizung Glr.-Rö.	0 — 1,2 V	3	1,5
Heizung	1,2 — 2 V	2	1,5
	2 — 2,5 V	1	1,5
	2,5 — 14 V	29	0,4
	14 — 40 V	65	0,4
	40 — 90 V	125	0,4
	0 — 1,4 V	3,5	1,5
	1,4 — 4 V	6,5	1,5
	4 — 5 V	2,5	1,5
	5 — 10 V	12,5	0,4
	10 — 16 V	15	0,4
	16 — 20 V	10	0,4

Berichtigung zum Schaltschema: Die Anschlußbuchsen für die Außenmessung (A, Sg, G, K) dürfen nicht wie im Schaltschema angeschlossen werden, sondern sind auf der rechten Seite vom Umschalter an die Verteilerschienen zu schalten.

DAS *interessiert* AUCH SIE!

Das Telefunkenwerk in Frankfurt stellt mit einer Belegschaft von 100 Mann augenblicklich Lautsprecher u. Wechselsprechanlagen her. Das Werk ist, wie die „Frankenpost“ meldet, nur 70 % ausgelastet.

✶

In den USA werden die Schnellfahrer in der nächsten Zeit nichts mehr zu lachen haben, denn die Verkehrskontrollen werden laut einer Meldung d. Zeitschrift „Radio News“ mit einem nach dem Funkmeßprinzip arbeitenden Gerät ausgerüstet sein, welches die Geschwindigkeit entgegenkommender und sich entfernender Fahrzeuge genau zu messen gestattet. Der Meßbereich des Gerätes liegt zwischen 3—160 km/h.

✶

In Leipzig haben die elektro-akustischen Werke (Elak) ihre Produktion aufgenommen und erzeugen für den Zivilbedarf der Ostzone ungefähr 30 Tonfilmverstärker und 15 Kondensatormikrophone monatlich.

✶

Auf der Delegiertenversammlung d. „Union Schweizer Kurzwellenamateure“ entspann sich laut einer Meldung der SRZ. eine rege Diskussion über das auf allen Bändern überhandnehmende Schwarzsenderunwesen. Von Seite der Schweizer Behörden soll in Zukunft mit aller Strenge dagegen eingeschritten werden.

✶

Auch in Belgien arbeitet seit Anfang Nov. ein frequenzmodulierter Rundfunksender. Dieser ist auf dem Sendegebäude der belgischen Rundspruchgesellschaft in Brüssel montiert und arbeitet mit einer Leistung von 1 kW und einer Trägerfrequenz von 2,99 m. Der Sender überträgt ein eigenes Programm und dient Versuchszwecken.

✶

Während in Oesterreich die Röhrenproduktion langsam in Schwung kommt (demnächst soll im freien Handel die aus den Röhren UCH 4, UBL 1 und UY 1 N bestehende Serie erhältlich sein), interessieren vielleicht die ausländischen Röhrenpreise. In Amerika kostet so z. B. die bekannte Endröhre 6 L 6 1.20 Dollar und in der Schweiz ein gleichwertiges Endrohr (die EL 11) 16.50 Schw. Franken. Wenn wir uns vergegenwärtigen, daß für den gleichen Preis in der Schweiz ungefähr 6 kg Zukker erhältlich sind, so können wir uns eine Vorstellung von diesen Preisen machen.

✶

Aus England werden Versuche mit mechanischen ZF-Bandfiltern für 468 kHz gemeldet. Diese Filter bestehen aus sechs nebeneinander liegenden Stahlplättchen von je 4 mm Länge. Diese Blättchen werden unter sich mit dünnen Stahldrähten verbunden, die auf diese geschweißt sind. Die ganze Kette hängt freitragend und wird über das Endplättchen magnetostriktiv erregt. Die Resonanzkurve dieses Filters, über welches leider noch keine näheren Einzelheiten bekannt sind, soll unwahrscheinlich gut sein. Der Nachteil ist bisher der schlechte Wirkungsgrad, der aber durch Legierungsänderungen verbessert werden soll.

Fachbücher - unentbehrliche Helfer

Groß ist die Zahl der in den letzten Monaten erschienenen elektro- und radiotechnischen Bücher. Langsam, löst sich die Spreu vom Weizen. — Das Buch hat ja eine ganz andere Aufgabe als die Zeitschrift. Es soll umfassend ein geschlossenes Bild des zu behandelnden Gebietes geben, während die Zeitschrift ständig auf dem laufenden Neues bringen und altes Wissen auffrischen und vertiefen soll.

Beginnen wir gleich bei der Literatur für den blutigen Anfänger, der mit ganz kleinen Schritten in das Zauberland der Elektrotechnik eindringen will. Da ist einmal das Buch von Bubna-Littiz **„Elektrizität ohne Formeln"** zu erwähnen. Wie schon der Name sagt, wird hier der Versuch gemacht, Elektrotechnik ganz ohne Formeln auch dem Laien verständlich zu machen. Sicher ein begrüßenswertes Vorhaben. Ein anderes Buch, **„Fernmelde- und Funktechnik", das** schon 1944 erschienen ist und derzeit ausgeliefert wird, hat es sich zur Aufgabe gesetzt, zur Vorbereitung auf Prüfungen für Gesellen und Meister verwendet zu werden. **„Das ABC des Radio-Empfänger-Baues"** heißt ein v. Dr. Heinrich Hochrainer verfaßtes Werk. Wie das Vorwort sagt, soll dieses Buch kein Bastelbuch sein, sondern vielmehr versuchen, der breiten Masse der technisch Interessierten d. Weg zur Wiederherstellung ihrer zerstörten Empfangsgeräte zu weisen. Dieses Buch, das vielleicht für den Leser mit mathematischer Mittelschulbildung entspricht, scheint unseres Erachtens für die breite Masse der technisch Interessierten, für die es ja laut Vorwort gedacht ist, viel zu hoch zu sein.

Doch gehen wir in unseren Buchbesprechungen weiter. Jetzt kommen die Bücher an die Reihe, deren Bestimmung es wäre, ständig auf dem Arbeitstisch des Praktikers zu liegen. Da ist in erster Linie das **„Röhren-Vade-Mecum 1946"** zu erwähnen. Dieses Werk, das nunmehr in seiner 6. Auflage vorliegt, bemüht sich tatsächlich, alle bis 1946 konstruierten Empfängerröhren einschl. deutscher, italienischer, englischer und amerikanischer Wehrmachtsröhren zu erfassen. In einem getrennten Kapitel werden außerdem noch die russischen Röhren erfaßt. P. H. Brans, der inzwischen leider verstorbene, verdienstvolle Verfasser dieses Buches, hat damit wirklich ein Standardwerk geschaffen. In eine ganz andere Linie paßt das **„Röhrenhandbuch"** des bekannten früheren Telefunken-Konstrukteurs Ing. L. Ratheiser. Dieses gibt nicht nur die Daten der mitteleuropäischen Röhren, sondern darüber hinaus auch wertvolle Anregungen und Berechnungsformeln für den Rundfunktechniker. Um dieses Werk aber wirklich auswerten zu können, fehlt unseres Erachtens noch ein eingehendes Stichwortverzeichnis.

Von Ing. Walter Duenbostel liegt uns **„Das Hilfsbuch des Hochfrequenztechnikers"** vor. Dieses Buch, aus einem älteren Werk des Verfassers hervorgegangen, wählt den Mittelweg zwischen Praxis u. Theorie und greift darüber hinaus in andere, über seinen Titel reichende Gebiete ein. Die auf fast 30 Seiten ausgedehnte Ortskurventheorie schießt dabei sicherlich über das gesteckte Ziel.

„Allgemeine Hochfrequenztechnik", Erster Teil, heißt ein von Ing. F. Kracmar verfaßtes Buch, das sich in der Hauptsache an den Elektro-Ingenieur wendet. Es handelt sich hier um ein Werk, das ungefähr in der Linie der von J. Kammerloher verfaßten, dreibändigen „Hochfrequenztechnik" liegt.

Ing. F. Stuzzi, der bekannte Inhaber des RKF-Laboratoriums in Wien, bringt als Heft 1 seiner **„RKF-Mitteilungen"** im ersten Teil „Das Abgleichen von Ueberlagerungsempfängern" und im zweiten Teil „Zehn Meß- und Prüfgeräte" mit „Auto-Oszillator" und „Tast-Generator". Durch die Anwendung der Ratschläge dieser Broschüre wird der von den meisten Reparaturtechnikern gefürchtete „Superabgleich" seine Schrekken verlieren.

Doch nun zur uns vorliegenden ausländischen Literatur: Da ist vor allem das im Verlag Iliffe & Sons Ltd., London, in der 7. Auflage erschienene **„Radio Designers's Handbook"** Dieses Werk, das für alle irgendwie mit der Radiotechnik Beschäftigten geschrieben ist, kann nur jedermann bestens empfohlen werden. Hier liegt ein ausgereiftes, übersichtliches Buch vor, das mit seinen fast 350 Seiten Auskunft über alle nur erdenklichen radiotechnischen Fragen gibt. Auch der Techniker, der nur wenig der englischen Sprache mächtig ist, wird mit diesem Buch viel anfangen können. Das ebenfalls bei „Iliffe" in London erschienene Buch **„Wireless Direction Finding"** ist mehr für den speziell im Flugfunkdienst arbeitenden Techniker gedacht und behandelt umfassend auch die modernsten funktechnischen Navigationssysteme. Bei der „Pilot Press Limited" in London ist d. Buch **„Electronics and Their Application in Industry and Research"** herausgekommen. Es behandelt in eingehender Form alle Anwendungsgebiete der „Electronics", also der Technik der Elektronen. Erwähnen möchten wir noch, daß alle englischen Bücher bei jeder Buchhandlung bestellt und in österr. Schillingen bezahlt werden können. Während es für uns heute, zwei Jahre nach Kriegsschluß, fast noch unmöglich ist, eine amerikanische Fachzeitschrift oder ein Buch zu erhalten, zeigen sich die Engländer hier wesentlich großzügiger.

Zum Abschluß unseres Streifzuges durch die Welt der elektro- und radiotechnischen Literatur möchten wir noch ein Büchlein anführen, das in humorvoller Form das Thema **„Atomphysik"** behandelt. Der auch unseren Lesern durch seine interessanten Aufsätze bekannte Ing. H. Friedel schrieb dazu Text und Verse und Florenz v. Nordhoff zeichnete launige, in Vierfarbendruck wiedergegebene Bilder.

TAUSCHVERMITTLUNGSDIENST

Laut einer ab 23. Juni 1947 in Kraft getretenen Verordnung dürfen Tauschanzeigen von Bedarfsgegenständen nicht mehr mit Kennziffern veröffentlicht werden.

Suche ECH 21, gebe dafür EL 2, DL 22 T. Zuschr. an Josef Bergles, Rothfarn 17, Post Jagenbach, NOe.

Gebe: Kompl. Satz DCH 25, DF 25, DAC 25, DC 25, DDD 25, Wheatstonsche Brücke 0—50.000 A; suche: C- und E-Röhren, evtl. Verkauf. Radio Richter, Krems, Ringstraße 6.

Gebe Radioröhren EBF 2, KF 21, Res 094, 6 D 6, EF 6, UBL 21, NF 2, VY 2, CY 2 in Tausch für ECH 11, AK 2, DK 21, AF 3, VCL 11, KK 2, KBC 1, EL 3, E 446. Angebote an Franz Ganster, Krieglach in Stmk.

Tausche Morell-Tachometer mit 4 Meßbereichen gegen komp. Volt-Amperemeter, Multavi oder ähnliches Fabrikat. Zuschr. an F. Sabertschnig, Uttendorf im Pinzgau.

Neue Blaupausen auf Kunstdruckpapier. 60 neueste Radio-(Geräte-) Baupläne 1:1 unter „Wunschgemäß". Rudolf Klug, Salzburg, Imbergstr. 17.

Herausgeber, Eigentümer und für den Inhalt verantwortlich: Ing. H. Kirnbauer, Urfahr, Reindlstraße 10, Redaktion Linz, Landstraße 9, Tel. 21450, 38166, Verleger, Generalvertrieb für das In- und Ausland und Expedit: Hausruckverlag Gustaf Adolf J. Neumann, Linz a. d. Donau, Landstraße 9, genehmigt durch Permit der Militärregierung vom 15. August 1946 — 403/47/8 — Druck: Buch- und Kunstdruckerei Joh. Haas, Wels, Stadtplatz 34 — 4609-47